ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 14 MARS 1904,

PRÉSIDENCE DE M. MASCART.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la solubilité du silicium dans le zinc et dans le plomb.* Note de MM. **Henri Moissan** et **F. Siemens**.

« De même que le carbone, le silicium peut se combiner aux métaux : siliciures de fer, de nickel, de chrome, de tungstène, etc., ou bien se dissoudre dans ces corps simples sans fournir de combinaison.

» La méthode de préparation du silicium par Deville et Caron ([1]), celle de Wœhler ([2]), les recherches publiées antérieurement par l'un de nous ([3]), ainsi que les expériences de M. Vigouroux ([4]), établissent que le silicium se dissout dans un certain nombre de métaux tels que le zinc, le plomb, l'argent, l'étain et l'aluminium. Nous avons pensé que ce sujet, qui en plus d'un point intéresse la Métallurgie, méritait de nouvelles recherches et nous avons poursuivi l'étude de la solubilité du silicium dans le plomb, le zinc et l'argent.

» Nous avons disposé nos expériences de la façon suivante : les métaux et le silicium se trouvaient dans un creuset de porcelaine très réfractaire, au milieu duquel plongeait le couple d'un pyromètre Le Chatelier. Ce dernier était entouré d'un mince cylindre de porcelaine fermé à son extrémité inférieure. Pour obtenir une dissolution saturée de silicium nous

---

([1]) H. Deville et Caron, *Mémoire sur le silicium et les siliciures métalliques* (*Comptes rendus*, t. XLV, 1857, p. 163).

([2]) Wœhler, *Sur un nouveau moyen d'obtenir le silicium* (*Comptes rendus*, t. XLII, 1856, p. 48).

([3]) H. Moissan, *Le four électrique*, p. 349. Chez Steinheil, Paris.

([4]) Vigouroux, *Le silicium et les siliciures métalliques* (*Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XII, 1897, p. 5).

avons mis en contact, avec le métal liquide, des fragments assez gros de silicium. Ces derniers avaient été fondus, au préalable, au four électrique. Ce silicium était préparé d'après le procédé de Wœhler, modifié par M. Vigouroux.

» Pour atteindre la saturation complète du métal liquide par le silicium un morceau de plusieurs centimètres cubes de ce métalloïde était retenu au fond du creuset par le cylindre de porcelaine qui renfermait le couple pyrométrique. Les autres fragments flottaient à la surface du métal fondu (1).

» Les métaux que nous avons employés avaient été préparés avec soin et étaient d'une pureté aussi grande que possible.

» Nous devions éviter surtout la présence de fer et, en général, de traces de métaux pouvant donner des siliciures. Les creusets étaient chauffés dans un four à résistance électrique qui permettait de maintenir la température constante et qui, de plus, entourait notre appareil d'une atmosphère réductrice. Cette précaution permet d'éviter l'oxydation superficielle du silicium.

» Nous avons reconnu, tout d'abord, par une série d'expériences préliminaires, que le plomb, après 2 heures de chauffe, à une température constante, était bien saturé de silicium. En donnant à l'expérience une durée plus longue, la quantité de métalloïde en solution n'augmentait pas. Le zinc se sature plus rapidement que le plomb.

» Dans nos expériences, nous avons maintenu ces deux métaux au contact du silicium à une température constante pendant 3 heures. Les creusets ont été ensuite sortis du four et le métal liquide qu'ils contenaient, séparé des fragments solides de silicium, a été versé rapidement dans de l'eau froide.

» 1° *Solubilité du silicium dans le plomb.* — Pour rechercher la quantité de silicium prise par ce métal, nous avons dissous un poids déterminé de plomb dans l'acide azotique étendu. Le silicium restait sous forme de cristaux inattaqués. Ces cristaux sont jetés sur un filtre disposé sur un entonnoir en ébonite, puis ils sont traités par l'acide fluorhydrique chaud, pour dissoudre une très petite quantité de scorie siliciée que le métal ren-

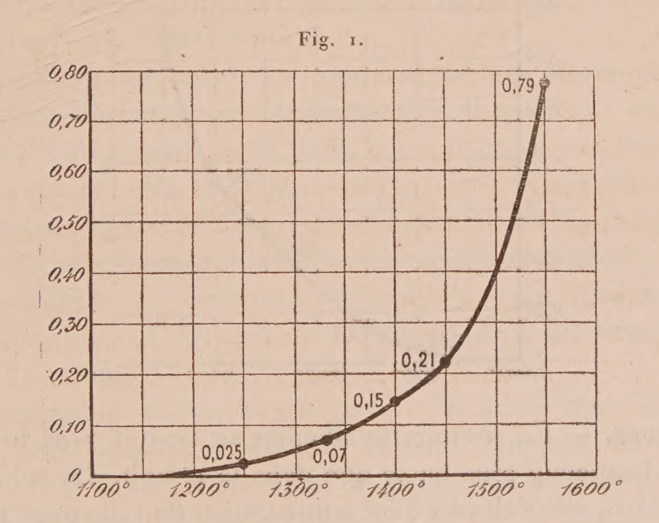
(1) Lorsque nous voulons fondre des cristaux de silicium, à la température de 1500°, nous ajoutons à ce métalloïde un très petit morceau de sodium dont la vapeur empêchera chaque cristal de s'oxyder et de s'entourer d'une petite couche de silice. Pour éviter l'oxydation superficielle du silicium solide avant qu'il ne soit entouré de métal liquide, nous avons parfois utilisé cet artifice.

forme parfois et qui a échappé à l'action de l'acide azotique. Après avoir été séché, le silicium est légèrement calciné dans un creuset de porcelaine pour brûler le filtre, puis pesé. La forme des cristaux de silicium obtenus par solubilité dans le plomb rappelle les formes des cristaux de Deville et Caron décrits par de Sénarmont ([1]). Les formes prépondérantes sont des octaèdres, soit libres, soit sous forme de chapelets, et des tétraèdres. On trouve aussi des tétraèdres empilés et des lamelles hexagonales. Les cristaux sont très petits, assez souvent transparents et de couleur jaune brun.

» Lorsque le plomb est refroidi lentement, on recueille un grand nombre de cristaux empilés et des lamelles très minces, transparentes et colorées en jaune brun. D'après nos expériences, le silicium ne commence à se dissoudre dans le plomb que vers 1200°; nous avons trouvé, pour des températures comprises entre 1200° et 1500°, les chiffres suivants :

		pour 100
Si dissous	à 1250°	0,024
»	à 1330	0,070
»	à 1400	0,150
»	à 1450	0,210
»	à 1550	0,780 ([2])

Fig. 1.



» Nous avons réuni les chiffres ainsi obtenus dans la courbe n° 1. A une

---

([1]) De Sénarmont, *Note sur la forme cristalline du silicium* (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. XLVII, 1856, p. 169).

([2]) Il nous a été possible de séparer assez nettement le silicium dissous dans le

température de 1550°, cette solubilité est encore très faible, puisqu'elle est inférieure à 1 pour 100.

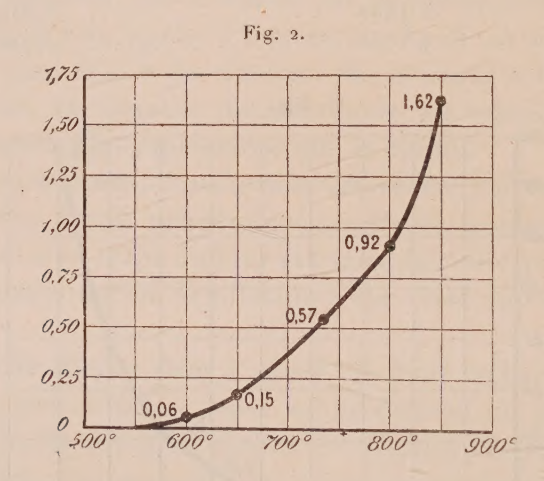
» 2° *Solubilité du silicium dans le zinc.* — Nous avons employé le même dispositif pour ces nouvelles expériences; seulement le métal, après saturation du silicium puis refroidissement, était attaqué par l'acide chlorhydrique étendu (¹). La solubilité du silicium est plus grande dans le zinc. Déjà à 650° elle est de 0,5 pour 100, et à 850° de 1,62.

» Les chiffres trouvés sont les suivants :

	°	pour 100
Si dissous	à 600	0,06
»	à 650	0,15
»	à 730	0,57
»	à 800	0,92
»	à 850	1,62

» Ces chiffres nous ont donné une courbe que nous reproduisons ci-dessous et qui s'élève plus rapidement que la précédente.

Fig. 2.



» *Conclusions.* — En résumé, le silicium se dissout dans le zinc, à une température beaucoup plus basse que dans le plomb. La solubilité commence vers 550°, elle s'élève à 850° à une teneur de 1,62 pour 100. D'après la forme de la courbe, nous voyons que, au-dessus de 850°, cette solubilité

---

plomb à sa température d'ébullition, du silicium que le plomb évaporé avait abandonné, parce que ce dernier était en petits globules fondus, tandis que le silicium en solution dans le plomb s'est séparé, par refroidissement brusque, sous forme de petits cristaux.

croît très rapidement, mais nos expériences ne nous ont pas permis de faire des déterminations concordantes au-dessus de cette température et d'atteindre le point d'ébullition du zinc qui, d'après M. Daniel Berthelot, est de 920° ([1]).

» Dans le plomb, la solubilité du silicium commence à une température plus élevée, elle ne débute qu'à 1100°, et à 1400° elle est seulement de 0,15 pour 100.

» Enfin, au point d'ébullition du plomb, elle atteint la teneur très faible de 0,79 pour 100. Nous ajouterons que, dans ces expériences, le silicium se sépare par refroidissement en cristaux possédant toutes les propriétés de ce métalloïde, et dont la densité est constante et très voisine du chiffre normal. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un nouveau mode de formation du carbure de calcium.* Note de M. **Henri Moissan**.

« Dans des expériences antérieures nous avons démontré que le charbon à haute température ne réduisait la chaux qu'au moment où cette dernière était arrivée à l'état liquide.

» Cette condition nécessite une température très élevée et a entraîné l'emploi du four électrique pour la préparation industrielle du carbure de calcium. Mais, d'autre part, nous avons fait voir que le calcium métallique pouvait se combiner dès le rouge sombre avec le noir de fumée pour fournir du carbure de calcium pur, cristallisé et transparent ([2]). Il découle de ces expériences que, chaque fois que dans une électrolyse on produira du calcium au contact du charbon au-dessus du rouge sombre, il y aura formation de carbure. C'est ce qui se produit dans les expériences que nous allons décrire.

» 1° *Électrolyse du chlorure de calcium.* — On place dans un creuset de graphite qui sert de pôle positif une certaine quantité de chlorure de calcium que l'on fond au moyen d'un petit arc électrique. Une tige de graphite verticale sert d'électrode négative et amène le courant grâce à un dispositif analogue au premier four électrique de Siemens et Huting-

([1]) Daniel Berthelot, *Comptes rendus*, t. CXXXIV, 1902, p. 705.

([2]) H. Moissan, *Recherches sur le calcium et ses composés* (*Annales de Ch. et de Ph.*, 7e série, t. XVIII, 1899, p. 289.

ton ([1]). Par des additions successives de chlorure de calcium solide, on emplit bientôt le creuset, puis, après ce premier phénomène de fusion produit par l'arc, on laisse se produire l'électrolyse du chlorure fondu au moyen d'un courant de 10 à 15 ampères sous 120 volts. Il se forme bientôt une croûte solide à la partie supérieure, ce qui permet d'opérer à l'abri de l'air. Du chlore se dégage en abondance et du calcium est mis en liberté. Cependant la résistance du bain change avec rapidité; la formation probable d'un sous-chlorure fait varier rapidement les conditions de l'électrolyse. Après une heure de marche, on arrête l'expérience et l'on brise le creuset. On trouve, à l'intérieur, une masse à cassure cristalline. La partie centrale, projetée dans l'eau, s'y dissout en fournissant un mélange gazeux formé d'hydrogène et d'acétylène. Ce mélange contient de 11,5 à 14,6 de gaz acétylène. Nous nous sommes assuré, après absorption de l'acétylène par le sous-chlorure de cuivre, que l'hydrogène restant était pur.

» Il s'est donc produit, dans cette électrolyse, du calcium et une petite quantité de carbure provenant de l'attaque des électrodes.

» 2° *Électrolyse d'un mélange de fluorure et de chlorure de calcium.* — L'addition du fluorure au chlorure de calcium fournit un bain beaucoup plus fluide et qui conduit le courant avec une grande régularité. La meilleure proportion de fluorine était de $\frac{1}{5}$ pour $\frac{4}{5}$ de chlorure. Après l'expérience, la partie qui est en contact avec l'électrode de charbon est lamellaire et jaunâtre. On y distingue à la loupe de petits cristaux brillants de calcium. Elle nous a donné, au contact de l'eau, de l'hydrogène renfermant, suivant les expériences, 2,3-5,4 et 6,7 pour 100 d'acétylène.

» Si l'on vient à ajouter au liquide très fluide, produit par la fusion de ce mélange de fluorure et de chlorure de calcium, une certaine quantité de coke de pétrole en poudre grossière, l'électrolyse se produira tout aussi bien, mais la teneur en carbure augmentera notablement. Si l'on a soin de remuer de temps en temps la masse pour que le coke de pétrole qui nage sur le bain se mélange aux sels en fusion, on obtient, après refroidissement autour de l'électrode, une masse lamellaire qui donne, au contact de l'eau, de l'hydrogène contenant 35,9, 36, 58 et 59 pour 100 de gaz acétylène.

» Si l'on change le sens du courant, la réaction se produit de même sur

---

([1]) Siemens et Hutington, *Sur le fourneau électrique* (*Association britannique*, Southampton, 1883).

le pourtour du creuset et l'on obtient ainsi des sels fondus qui, choisis auprès de la paroi, fournissent, avec l'eau, un mélange d'hydrogène et d'acétylène renfermant 64,4, 64,5 et 65,7 pour 100 de carbure d'hydrogène. Bien entendu dans une même opération la teneur des fragments varie suivant qu'ils sont choisis plus ou moins loin de l'électrode qui intervient dans la réaction. En reprenant quelques centimètres cubes de cette matière par l'alcool absolu, nous avons pu séparer des cristaux très nets de calcium et des fragments mordorés de carbure de calcium dont les uns sont fondus et les autres cristallisés. Le tout se décomposait ensuite instantanément par l'eau froide.

» Dans ces conditions, on voit donc que le carbure de calcium se produit, par une réaction secondaire, à une température qui, prise à la pince thermo-électrique, est voisine de 650°.

» Mais la quantité de carbure ainsi obtenue est toujours très faible parce qu'elle est liée à la formation préalable du calcium par électrolyse. Dans une de nos expériences, 100^{g} de matière fournissaient 730^{cm^3} de gaz contenant 59 pour 100 d'acétylène. Cette réaction n'est donc qu'un mode de formation ; elle ne peut servir aujourd'hui à la préparation du carbure, car ce dernier, dès qu'il se produit, est noyé dans la masse de chlorure et de fluorure en fusion. »

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Observations au sujet du mode de fructification des Cycadofilicinées*. Note de M. R. Zeiller.

« M. Grand'Eury a présenté, à la dernière séance, une Note dans laquelle il signale l'association fréquente de graines avec les débris de frondes des Névroptéridées houillères, en réunissant sous cette dénomination les genres *Alethopteris, Odontopteris* et *Nevropteris*; ces frondes n'offrant jamais, d'autre part, aucune trace de sores, « la question se pose, « dit-il, de savoir si certaines Névroptéridées ne sont pas reproduites par « graines, ainsi qu'il est porté à le croire ».

» Il me paraît intéressant, à raison de l'importance de cette question au point de vue de l'histoire générale des types végétaux et de leur évolution, de signaler à l'Académie la découverte, faite par M. Robert Kidston, et annoncée par lui le 3 décembre dernier à la Société Royale de Londres, de graines du type *Rhabdocarpus* attachées à des fragments de rachis portant encore des pinnules déterminables de

Nevropteris heterophylla (¹). Il ressort de là que les *Nevropteris* du terrain houiller, malgré leur ressemblance extérieure avec les Fougères, étaient bien positivement des végétaux gymnospermes, et l'observation faite à Saint-Étienne par M. Grand'Eury touchant l'association de graines à enveloppe filandreuse avec les débris des *Nevropteris* concorde avec celle de M. Kidston, les graines de *Rhabdocarpus* étant précisément caractérisées par leur enveloppe fibreuse. Au surplus les doutes qu'avaient fait naître sur l'attribution de toute une série de « Fougères » houillères les caractères anatomiques, rappelant les Cycadinées, observés dans leurs tiges et dans leurs pétioles, et qui avaient conduit à les grouper provisoirement sous le nom de Cycadofilicinées, semblaient-ils levés déjà par les observations de MM. Oliver et Scott (²) sur les graines de *Lagenostoma* et leur attribution presque certaine aux *Lyginodendron*, c'est-à-dire aux *Sphenopteris* du groupe du *Sphen. Hœninghausi*, lesquels cependant ressemblent plus encore que les *Nevropteris* à certaines de nos Fougères actuelles.

» Quant aux appareils fructificateurs qui avaient été antérieurement rapportés tant à certains *Sphenopteris* de ce groupe, comme le *Sphen. Stangeri*, qu'au *Nevropteris heterophylla*, et qu'il semblait naturel d'interpréter comme des sporanges groupés, les uns par six à huit, les autres par quatre, en synangium portés sur des branches nues du rachis, ils doivent être considérés désormais comme des appareils mâles, et il n'est pas sans intérêt de rappeler à ce propos l'analogie que présentent également avec les synangium des Marattiacées les capsules pollinifères des Bennettitées observées par M. Wieland.

» On se trouve ainsi en présence de types manifestement affines, d'un côté aux Fougères, de l'autre aux Cycadinées, et l'on ne peut guère se refuser à voir dans ce groupe des Cycadofilicinées, ou des *Ptéridospermées*, pour employer la dénomination proposée par MM. Oliver et Scott (³), un des termes principaux de l'évolution qui a dû conduire des unes aux autres; mais on a déjà affaire ici à de véritables Gymnospermes, et cette constatation vient apporter une modification profonde à nos connaissances sur la flore houillère. Il en résulte notamment que les Gymnospermes ont tenu dans cette flore une place beaucoup plus considérable qu'on ne l'avait cru, puisqu'il faut leur rapporter une fraction importante, près de la moitié

(¹) *Proceedings of the Royal Society*, vol. LXXII, p. 487.
(²) *Proceedings of the Royal Society*, vol. LXXI, 7 mai 1903, p. 477-483.
(³) *Proceedings of the Royal Society*, vol. LXXIII, p. 4.

peut-être, des « Fougères » de cette époque, et peut-être le terme classique d'*ère des Cryptogames vasculaires* qu'on appliquait à la période paléozoïque demandera-t-il à être revisé. »

PHYSIQUE. — *Actions comparées de la chaleur et des rayons* N *sur la phosphorescence.* Note de M. R. BLONDLOT.

« J'ai indiqué récemment que, tandis que l'action des rayons N augmente la quantité de lumière émise par un écran phosphorescent dans la direction normale, elle diminue la quantité de lumière émise très obliquement ([1]). Comme on sait, la chaleur agit aussi sur la phosphorescence, dont elle augmente temporairement l'éclat. En recherchant si cette action de la chaleur offrirait les mêmes particularités que celle des rayons N eu égard à la direction de la lumière émise, j'ai trouvé que, au contraire, la chaleur produit une augmentation d'éclat dans toutes les directions comprises entre la normale et le plan tangent. De là un moyen pour distinguer les effets produits sur la phosphorescence par la chaleur, d'une part, et par les rayons N, les vibrations sonores, les champs magnétique et électrique, d'autre part.

» Voici encore un cas où ces effets sont différents. Prenons un écran rectangulaire en carton, ayant, par exemple, 5^{cm} de hauteur et 12^{cm} de longueur, recouvert bien uniformément de sulfure de calcium et rendu médiocrement phosphorescent. Si l'on élève la température d'une portion de l'écran, elle devient plus lumineuse que le reste. Au lieu de cela, faisons tomber sur l'une des moitiés de l'écran un faisceau de rayons N, issus, par exemple, d'une lampe Nernst; son éclat n'éprouve pas d'augmentation appréciable; mais, si l'on vient à placer devant cette moitié de l'écran un petit objet opaque, par exemple une petite clef ou une feuille de métal découpée à jour, on le voit se détacher très nettement sur le fond lumineux, tandis que si on le place sur la moitié qui ne reçoit pas les rayons N, ses contours sont vagues et indécis et semblent même disparaître par instants. En promenant lentement l'objet sur l'écran, son passage de l'une des moitiés à l'autre est rendu visible par le changement de netteté de ses contours. Si, au lieu de regarder l'écran normalement, on l'observe très obliquement, les phénomènes sont renversés. Ces expériences sont frappantes. »

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 547.

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur le caractère paludeen des plantes qui ont formé les combustibles fossiles de tout âge.* Note de M. GRAND'EURY.

« D'après des observations nouvelles, les forêts fossiles des environs de Saint-Étienne comprennent, presque toutes, des Calamites, *Psaronius*, Cordaïtes, Syringodendrons, c'est-à-dire des représentants des principaux groupes de plantes houillères, et les sols de végétation fossiles, leurs racines et rhizomes souterrains. Plus n'est besoin de démontrer que les uns et les autres ont poussé aux endroits qu'ils occupent.

» On vient de voir ([1]) que les *Stigmaria*, les *Rhizomopteris* ont été des coureurs de fond de marais. Je rappelle ([2]) que les racines adventives des *Psaronius* et adjuvantes des Calamodendrons ont poussé librement dans l'eau comme les racines aquatiques des Cryptogames de marais, et que les souches avec racines des Cordaïtes ont poussé au fond de l'eau comme celles du *Taxodium distichum* Rich.

» Une des conséquences et en même temps une preuve de ces faits, c'est que, aux fossiles stratifiés, sont mêlées de très nombreuses racines adventives de Fougères et de Calamites, absolument identiques à celles tombant des tiges des forêts fossiles.

» Par les dessins qui seront donnés des tiges, souches et rhizomes enracinés, on verra que tous les types dominant, par le nombre ou la quantité, ont vécu, adaptés au milieu aquatique, ainsi que des plantes de tourbage, et la conséquence et la preuve en sont que les racines souterraines sont peu développées et arasées à des joints de stratification représentant d'anciens fonds de marais.

» La flore fossile a, au reste, l'uniformité, la continuité, les associations d'une végétation autochtone. Partout, en effet, tant dans la houille que dans les schistes, on trouve les débris peu séparés des mêmes plantes : Pécoptéridées, Névroptéridées, Calamariées, Cordaïtées, Lépidophytes, *Annularia, Sphenophyllum.* En particulier, les Pécoptéridées, Calamariées, Cordaïtées sont répandues avec profusion dans toute l'épaisseur de 2500^{m} du bassin de la Loire; avec elles, les Névroptéridées abondent dans les 1200^{m} de dépôts productifs de Saint-Étienne. Le gisement des premières ne

---

([1]) *Comptes rendus,* 22 et 29 février 1904.

([2]) *Comptes rendus,* 2 et 9 avril 1900.

souffre qu'une interruption, celui des autres est continu, et, comme assez souvent les différents organes des mêmes espèces sont enfouis presque sur place, elles se prêtent assez bien aux difficiles recherches de l'origine des espèces et des genres fossiles. Pour être moins communes, les Sigillaires sont encore assez fréquentes pour qu'il soit possible d'en suivre les mutations. Plus rares sont les *Sphenopteris* et surtout les *Dicranophyllum;* les *Walchia* ne se sont montrés qu'à très peu d'endroits; il en est de même de quelques Fougères à part, et de plantes supérieures auxquelles ne sauraient se référer qu'un très petit nombre de graines; on n'a jusqu'ici trouvé à Saint-Étienne qu'une seule fois, au niveau de la huitième couche, le *Pterophyllum Fayoli* Ken.; de même en France, un seul *Nöggerathia,* à Autun un *Zamites,* etc.

» Les derniers fossiles apparaissent comme des éléments originaux d'une flore de terre sèche qui, hors de portée des eaux, ne nous est parvenue que par hasard sous la forme et l'état de débris dépareillés et de détritus mal conservés. Elle paraît pauvre à côté de celle des marais; son rôle a été nul dans la formation des combustibles fossiles anciens.

» Afin de voir si les plantes génératrices des stipites, houilles brunes et lignites, ont également fréquenté les marais et se sont plu dans leur voisinage, et pour juger comparativement du mode de formation de ces charbons modernes, j'ai visité et étudié depuis 4 à 5 ans, dans la plupart des étages secondaires et tertiaires, les nouveaux gisements charbonneux suivants :

» Dans le Keuper, la couche de stipite de Gemmelaincourt (Vosges); dans l'Oolithe, entre le Bajocien et le Bathonien, les stipites des Causses; dans le Crétacé moyen, les lignites noirs du Sarladais (Dordogne); dans le Turonien, ceux de Saint-Paulet, Le Pin (Gard), de Segriès (Ardèche); dans le Sénonien supérieur, le gisement de Piolenc (Vaucluse); dans le Supracrétacé, les veines et couches de houille sèche de Valdonne, de Trets (Bouches-du-Rhône); dans l'Éocène, les cendrières de la montagne de Reims (Marne), la couche de houille brune d'Entrevernes (Haute-Savoie); dans le Tongrien inférieur, le braunkohle piciforme coquillier de Célas près d'Alais; dans l'Aquitanien, le bassin de Manosque; dans l'Oligocène supérieur et le Miocène inférieur, les bassins de braunkohle de Cologne, de Falkenau (Bohême); dans le Miocène supérieur, les lignites du Bas-Bugey (Ain), de la Tour-du-Pin (Isère); dans le Pliocène inférieur, les lignites de Sotinga (Roumanie); dans le Pliocène supérieur, les lignites de Larquier (Landes), de Nousty près de Pau.

» Ces gisements charbonneux devant être décrits aux trois points de vue

qui vont nous occuper, je me bornerai à les citer, en passant, à l'appui de ce très court résumé.

» On verra que dans les terrains à lignites il y a autant de souches et de racines, sinon de tiges, en place, que dans nos bassins houillers.

» De leur situation même au milieu des roches de sédiments et de calcaire, il est à présumer que les racines *in situ* sont les témoins de plantes de fonds inondés. Elles se présentent, et cela est certainement un fait très significatif, dans les terrains à lignites, par exemple à Fuveau, Sigonse, Le Pin, Saint-Paulet, etc., de la même manière que dans le terrain houiller, incomplètes et arasées à des joints de stratification, et l'analogie permet de les rapporter à des plantes ayant aussi vécu le pied baigné dans l'eau; les racines ligneuses sont, au Sarladais, disposées et ramifiées, sous le lignite, de la même manière que les racines de Cordaïtes sous la houille. Il y a là des traits communs qui relient la formation des charbons modernes à celle des houilles.

» En fait, dans le bassin de Fuveau, j'ai reconnu des racines de Rhizocaulées au mur des Ravettes, d'autres racines de plantes semi-aquatiques au mur des couches, et les empreintes de la Valentine et de Trets m'ont bien aussi paru provenir de plantes de marais. A Gemmelaincourt, les racines du mur de la couche de stipite sont celles des Equisetites, dont les graines et les écorces se voient dans le charbon. A Falkenau, Piolenc, racines de plantes aquatiques dans les nerfs des couches et dans le lignite; à Cologne, beaucoup de Phragmites et autres herbes.

» Les bois du lignite sont, à Nousty, de même essence que les racines implantées au mur et dans les entre-deux de la couche. Au Sarladais, à Saint-Paulet, etc., sur les racines ligneuses, gisent des branches et feuilles de Résineux dont le bois se reconnaît dans le lignite, qui est moucheté de succin; là, ces végétaux constituent, avec quelques Monocotylédones, la flore du charbon; celle des roches encaissantes s'en éloigne notablement plus que dans le terrain houiller.

» A la suite de Göppert, on se rend facilement compte, à l'œil nu et sous la loupe, que les bois des lignites appartiennent généralement aux Conifères. Sous le microscope, et tenant compte des associations, on reconnaît des bois de *Sequoia*, de *Glyptostrobus*, de *Taxodium*, de *Pinites*, etc., c'est-à-dire de Résineux vivant aujourd'hui ou pouvant vivre au voisinage des eaux ou le pied dans l'eau. Dans le lignite, avec ces bois, à Sotinga, nombreux rameaux de *Glyptostrobus europœus* Heer; à Ambronay, de *Taxodium dubium*.

» Cependant, dans le lignite de Cologne, j'ai remarqué des bois de

Dicotylédones, de Palmiers; dans d'autres charbons modernes on a reconnu des bois d'*Alnus*, de *Laurus*, etc. En outre, dans le lignite de Cologne, j'ai constaté la présence de branches et de rameaux nombreux d'arbres dits *feuillus*; dans le lignite du bois d'Asson, des feuilles de Dycotylédones, et ces fossiles ne sont pas en minorité dans quelques veines de charbon.

» Mais la matière fondamentale des houilles brunes étant, comme on le verra, le produit de la macération dans l'eau de plantes de marais, on peut admettre que la végétation des lignites, quoique beaucoup moins exclusivement que celle des houilles, est en général palustre et lacustre. Cela a été prévu par G. de Saporta pour des cas particuliers; il fallait le démontrer pour tous les cas. »

NAVIGATION. — *Note de M.* **Bertin** *accompagnant la présentation d'un Atlas de la Marine italienne publié par M.* Corazzini.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie la deuxième Partie de l'Atlas de la Marine italienne, publié par M. le professeur Francesco Corazzini. Cet Atlas embrasse la période historique qui s'étend du VIe au XIXe siècle.

» La première Partie, dont la publication remonte à près de 20 ans, a été consacrée à l'antiquité. Elle a formé, pour ainsi dire, l'illustration d'un volume du même auteur, sur les navires à rames grecs et romains, au sujet duquel l'amiral Jurien de la Gravière a présenté un rapport qui figure aux *Comptes rendus*, t. CIII, p. 35. Les archéologues se passionnaient alors sur la question des navires polyrèmes et particulièrement des trières grecques, à laquelle un praticien consommé, M. l'amiral Serre, a donné une réponse plausible, en substituant un problème de service à bord à une énigme d'épigraphie, et en déterminant ce qui se faisait d'après ce qui pouvait se faire.

» La deuxième Partie n'a pas de texte; les planches n'ont même pas de légende. L'auteur en donne les motifs, en indiquant lui-même cette lacune comparativement aux publications de son ami l'amiral Paris. Je résumerai l'impression que laisse son examen, en disant que ses 100 planches, soigneusement composées, font assister au dernier éclat et au déclin final de la Marine à rames, ainsi qu'au développement de la Marine à voiles venant la supplanter à la fin du XVIe siècle.

» La Marine à rames est surtout représentée par les galères de Rhodes

et de Malte et leurs combats contre les Turcs et les Barbaresques. On peut signaler les vues assez détaillées du *Bucentaure* vénitien, d'une galère pontificale du XVIe siècle, de la galère italienne de *C da Canale* et de la *Réale* française bien connue.

» Je signalerai, sur la *Pl. XLII*, une comparaison, en coupe longitudinale, des dernières galères avec les frégates à voiles contemporaines.

» L'ancienne Marine à voiles est largement représentée par les galions de divers pays et beaucoup de bâtiments hollandais, hourques, flûtes de guerre, riches navires de la Compagnie des Indes, etc.; puis les principaux types de frégates et vaisseaux de ligne, anglais et français, qui se sont perpétués pendant près de deux siècles, nous conduisent à l'époque toute récente où il m'est arrivé d'armer et surtout de désarmer des bâtiments à voiles purs, de dessiner des plans de voilure, de faire des études de gréement.

» Les savants, qui feront des recherches sur la Mécanique délicate et compliquée du navire de guerre à voiles, trouveront quelques sujets d'étude intéressants dans les *Pl. LXXI* à *LXXVIII*.

» Les dernières Planches nous ramènent à l'Italie, avec les plans des principaux ports de la Péninsule et surtout de l'ancien arsenal de Venise.

» L'Ouvrage est remarquable par le soin apporté au côté esthétique de la publication. Il est douteux que les navires modernes, dotés des moteurs rêvés jadis par les précurseurs italiens, Brunelleschi et Léonard de Vinci, dant M. Corazzini rappelle les noms illustres dans sa courte Préface, se prêtent un jour à des planches d'un aspect aussi artistique. »

HYGIÈNE. — *Sur une expérience faite par la Compagnie de Suez pour la suppression du paludisme par la destruction des moustiques.* Note de M. le Prince **d'Arenberg**.

« Depuis les magnifiques travaux de M. le Dr Laveran, il n'existe plus aucun doute sur le rôle des moustiques dans la propagation du paludisme et de la malaria.

» Dans la présente Note nous ne comptons pas exposer les remarques nouvelles faites sur la manière dont les Anophèles transportent le germe de la fièvre. Nous voudrions simplement citer un exemple et montrer les résultats auxquels on peut arriver en appliquant la doctrine et les conseils du grand savant qui, le premier, a reconnu l'origine d'un mal dont tant de contrées souffrent cruellement.

» Au milieu du canal de Suez se trouve une localité nommée Ismaïlia et située à peu près à égale distance de la Méditerranée et de la mer Rouge. Lorsque M. Ferdinand de Lesseps creusa la grande voie qui relie l'Occident à l'Orient, Ismaïlia fut le centre de nombreux chantiers. Des milliers d'ouvriers y séjournèrent pendant longtemps.

» Après l'ouverture du canal la petite ville se développa, et elle compte aujourd'hui 9000 habitants : 2000 Européens et 7000 indigènes. La salubrité de l'endroit était réputée dans l'isthme de Suez, et nulle part les cas de fièvre n'étaient moins nombreux. Il en fut ainsi pendant une quinzaine d'années. Puis soudainement le paludisme fit son apparition et il se développa avec une telle intensité que dans ces derniers temps bien peu d'Européens, séjournant une année entière à Ismaïlia, échappaient aux atteintes de la malaria.

» Ceux qui ont la direction de la Compagnie de Suez se préoccupaient de cet état de choses. Sur les conseils des médecins consultés ils entreprenaient des plantations et des assainissements qui restaient sans aucune efficacité, et le nombre des fiévreux continuait à augmenter. Après les publications des travaux de M. le Dr Laveran et du Major Ross, de l'Institut colonial de Liverpool, les médecins de la Compagnie commencèrent à entrer dans une nouvelle voie et à étudier l'éclosion des moustiques, et en particulier celle des Anophèles. En 1902 le Major Ross voulut bien accepter une mission qui lui fut confiée et venir sur place étudier le paludisme qui désolait la contrée. A la même époque un des médecins de la Compagnie, le Dr Pressat, allait en Italie et se rendait compte de tout ce qui se faisait dans ce pays pour se protéger contre les moustiques.

» A la suite de ces différentes missions et de ces différentes études, l'on se mit résolument à l'œuvre et des crédits furent ouverts pour faire immédiatement les travaux nécessités par la destruction des insectes pernicieux.

» Les travaux consistaient dans la suppression des eaux stagnantes partout où il en existait, en dehors et à l'intérieur de la ville. De grandes mares furent comblées, des rigoles qui n'avaient pas d'écoulement furent creusées, et, dans les maisons, les endroits où l'eau ne peut pas être évacuée furent recouverts d'une mince couche d'huile de pétrole. Deux équipes sont maintenues en permanence. L'une surveille constamment les environs de la cité, nettoie les rigoles et les fossés, et y maintient un courant suffisant grâce à des chasses d'eau qui y ont été organisées. L'autre équipe passe au moins une fois par semaine dans chacune des maisons,

répand le pétrole dans les fosses ou dans les bassins et s'enquiert si des moustiques n'ont pas été aperçus dans les immeubles ou dans les jardins. Les habitants, au premier abord, ne se rendaient pas très bien compte de ces travaux et de ces recherches. Ils ne tardèrent pas à en reconnaître l'utilité et à devenir les auxiliaires les plus actifs des agents. Européens et Arabes signalent la présence d'un moustique comme celle d'un animal dangereux et s'acharnent à sa destruction.

» Il y a un peu plus d'un an que les équipes, dont je viens de parler, fonctionnent régulièrement, et il n'y a plus de moustiques à Ismaïlia. L'été dernier chacun a pu y dormir sans recouvrir son lit d'une moustiquaire, alors qu'il y a deux ans les employés de la Compagnie étaient obligés de s'entourer d'un rideau de tulle pour pouvoir travailler à leur bureau. Les moustiques ont si bien disparu que les agents et les médecins qui continuent leurs études sur les Anophèles ont toutes les peines du monde à s'en procurer.

» Un avantage bien autrement considérable a été obtenu, car, si l'on ne peut pas affirmer encore que la fièvre ait absolument disparu, elle a diminué dans de telles proportions qu'il est permis d'espérer que, dans un avenir très prochain, la disparition sera définitive. Voici quelques chiffres qui parleront plus éloquemment que tout ce qu'on pourrait dire : dans les cinq années écoulées, depuis 1897 à 1902, le nombre des paludiques a toujours dépassé 2000; en 1903, il a été de moins de 200. D'une façon générale l'état sanitaire a été assez amélioré pour que le nombre des malades reçus à l'hôpital ait diminué de plus de 50 pour 100. Le service sanitaire n'a constaté que 4 décès causés par la malaria en 1903, et tous les 4 parmi les indigènes. Les journées de chômage qui étaient très nombreuses ont diminué dans une notable proportion. La confiance et la sécurité des employés et des ouvriers sont devenues complètes.

» La destruction des moustiques n'a pas été la seule arme dont on se soit servi dans le combat contre la malaria. L'emploi préventif de la quinine a été pratiqué sur une grande échelle. Partout où la Compagnie pouvait l'imposer, dans les bureaux, sur les chantiers, dans les écoles et dans les dispensaires, la distribution en a été faite gratuitement. Une partie de la population, et surtout de la population indigène, lui échappe, et c'est là ce qui rendra toujours nécessaire de continuer méthodiquement à immuniser autant qu'on le pourra les habitants d'une contrée où sévissait le paludisme.

» Il m'a semblé que cette courte Note pouvait offrir quelque intérêt en

montrant par quels moyens fort simples on était arrivé à se débarrasser d'un fléau dont tant de régions sont atteintes. Sans doute la Compagnie de Suez s'est trouvée dans une situation privilégiée pour commander et pour agir. Le territoire sur lequel elle exerçait son action n'était pas très étendu, mais elle avait surtout le grand avantage de l'exercer en toute liberté, sans crainte de rencontrer des mauvaises volontés personnelles ou administratives.

» L'expérience qui vient d'être faite prouve d'une façon irréfutable que, partout où l'on voudra et où l'on pourra détruire les moustiques, la fièvre paludéenne disparaîtra. J'ai laissé volontairement de côté toute la partie scientifique de cette expérience. Les médecins et les agents de la Compagnie de Suez, qui l'ont poursuivie avec tant d'intelligence, avec tant de zèle et tant de dévouement, se chargeront de publier leurs études. Il me suffisait de constater les résultats. Vous me permettrez d'ajouter que je les constate avec une double joie, puisque c'est grâce à un savant français que nous avons pu chasser le paludisme d'un territoire du pays d'Égypte. »

M. **Alexandre Agassiz** fait hommage à l'Académie de deux Ouvrages accompagnés de Planches qu'il vient de publier sous les titres : « The coral reefs of the tropical Pacific » et « The coral reefs of the Maldives ».

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Géométrie, en remplacement de M. *Cremona*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 46,

M. Volterra obtient la majorité absolue des suffrages.

M. **Volterra** est élu Correspondant de l'Académie.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, pour la Section de Minéralogie, en remplacement de M. *Carl von Zittel*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 39,

M. Brögger obtient la majorité absolue des suffrages.

M. **Brögger** est élu Correspondant de l'Académie.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Botanique, en remplacement de M. *Millardet*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 37,

M. Flahault obtient la majorité absolue des suffrages.

M. **Flahault** est élu Correspondant de l'Académie.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Ouvage de M. *H. Lebesgue*, intitulé : « Leçons sur l'intégration et la recherche des fonctions primitives ». (Présenté par M. Émile Picard.)

2° Quatre Volumes des années 1900 et 1901 des *Annales du Bureau central météorologique*. (Présentés par M. Mascart.)

3° Une brochure de M. *Alfred Angot*, « Sur les expériences de tir contre la grêle ». (Présentée par M. Mascart.)

4° Un Ouvrage de M. *A. Ricco*, « Sur la détermination de la pesanteur en Sicile et en Calabre ». (Présenté par M. de Lapparent.)

5° Le 1[er] Volume d'un Ouvrage « Sur l'éruption de l'Etna en 1892 », par MM. *A. Ricco* et *S. Arcidiacono*. (Présenté par M. de Lapparent.)

6° Deux Volumes ayant pour titre : « Revision des Cirrhipèdes appartenant à la collection du Muséum d'Histoire naturelle », par M. *A. Gruvel*. (Présentés par M. Bouvier.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les ensembles parfaits et les fonctions uniformes*. Note de M. **Zoretti**, présentée par M. Painlevé.

« I. Je me propose d'indiquer certaines propriétés des ensembles *parfaits* (c'est-à-dire identiques à leur dérivé) à deux ou plusieurs dimensions.

Je les énonce seulement dans le cas de deux dimensions, la généralisation en étant immédiate.

» On peut d'abord étendre aux ensembles plans le procédé que l'on peut employer pour construire *tous* les ensembles parfaits *rectilignes*. On a le théorème suivant :

» Théorème. — *En excluant du plan les points* intérieurs *à l'un au moins des cercles d'une suite dénombrable de cercles, on obtient un ensemble* fermé (*contenant son dérivé*).

» Inversement, *tout ensemble fermé* (et en particulier tout ensemble parfait) *peut être obtenu de cette manière.*

» Ce théorème est à rapprocher de celui de MM. Poincaré et Volterra, sur le nombre des branches d'une fonction analytique multiforme.

» Les ensembles parfaits se distinguent en ensembles *discontinus, continus linéaires, continus superficiels.* Ces ensembles ayant même puissance et, d'après ce qui précède, même procédé de construction, il est facile de s'expliquer qu'on leur connaisse encore peu de propriétés distinctes. Dans cet ordre d'idées, j'ai obtenu les théorèmes suivants :

» Théorème. — *Un ensemble dénombrable d'ensembles partout discontinus est un ensemble dont aucune portion ne saurait être continue.*

» De même, *un ensemble dénombrable de continus linéaires est un ensemble dont aucune partie ne saurait être superficielle.*

» On sait qu'un point d'un ensemble discontinu peut être entouré d'une ligne ne renfermant aucun point de l'ensemble et dont tous les points sont aussi voisins qu'on veut du point donné. On peut étendre ce théorème de la manière suivante :

» Soit a un point d'un ensemble *fermé* quelconque E et supposons que a appartienne à un continu C faisant partie de E; on peut trouver une ligne entourant C, ne contenant aucun point de E, dont tous les points soient à une distance de C inférieure à un nombre donné quelconque; cette ligne peut être supposée analytique régulière et pourvue en tout point d'une tangente et même d'une courbure continues; on peut même ajouter qu'il existe une *zone* entourant C, sans points de E, et aussi voisine de C qu'on voudra.

» Étant donné un point a d'un ensemble discontinu, il peut ou non exister un angle ayant ce point pour sommet, dans lequel il n'y ait pas de point de l'ensemble tendant vers a. Dans une aire aussi petite qu'on veut, contenant des points de l'ensemble, il y en a toujours une infinité pour lesquels cet angle peut être choisi aussi voisin de π qu'on le désire. Mais pour

certains points l'angle peut ne pas exister, certains peuvent même être limites dans toutes les directions.

» On peut encore démontrer au sujet des ensembles discontinus le théorème suivant :

» Théorème. — *Étant donné un ensemble discontinu, il existe une ligne (c'est-à-dire un continu linéaire) qui contient tous les points de cet ensemble.*

» II. Les travaux de M. Poincaré sur les fonctions fuchsiennes ont montré l'intérêt et la grande utilité qu'aurait l'étude des fonctions analytiques uniformes admettant un ensemble discontinu de singularités.

» J'ai pu démontrer au sujet de ces fonctions le théorème suivant :

» Théorème. — *Si une fonction analytique uniforme admet dans une aire un ensemble discontinu de points singuliers, elle est nécessairement discontinue dans cette aire.*

» On peut encore énoncer ce théorème sous la forme suivante :

» *Une fonction uniforme et continue dans une aire y est holomorphe, ou y admet des* lignes *ou des* aires *singulières (et point d'autres singularités).*

» Ce théorème ne donne sans doute qu'une bien faible idée de la façon dont se comporte la fonction au voisinage de tels points singuliers, mais il montre déjà, ou plutôt il accentue la différence entre les fonctions pourvues de coupures et celles qui n'en ont pas. »

OPTIQUE. — *Sur la mesure optique de la différence de deux épaisseurs.* Note de MM. **A. Perot** et **Ch. Fabry**, présentée par M. Mascart.

« Les méthodes que nous avons précédemment indiquées permettent de comparer deux épaisseurs E, E′, définies par les distances de lames de verre planes parallèles semi-argentées, dont le rapport est un nombre entier simple. Il est possible de comparer une épaisseur E à la somme ou à la différence de deux autres ($E' \pm e$), toutes les fois que le rapport $\frac{E' \pm e}{E}$ est un nombre entier ou fractionnaire simple. Ceci revient à comparer deux épaisseurs fixes E, E′ par l'intermédiaire d'une troisième variable, e. De plus, si cette épaisseur e est petite, de l'ordre de celle d'une lame étalon ordinaire (au-dessous de 150^{μ} par exemple), la mesure est particulièrement simple, l'emploi de l'interféromètre n'étant pas nécessaire.

» Nous nous bornerons à signaler ce qui se passe dans ce cas. Imaginons, à cet effet, que l'épaisseur E d'une lame argentée L étant à peu près la moitié, par exemple, de l'épaisseur E′ d'une seconde lame L′, les deux

lames L, L′ soient placées l'une à la suite de l'autre et parallèlement, et qu'un faisceau parallèle de lumière blanche les traverse successivement normalement; si après elles, et normalement au faisceau, on introduit une lame mince argentée, dite *lame étalon*, et qu'en une région traversée par le faisceau l'épaisseur en soit e telle que $2E = E' + e$, le lieu des points e sera dessiné sur la lame par une frange blanche bordée de part et d'autre de franges colorées localisées dans la lame étalon, analogues aux franges de superposition ordinaires de deux lames.

» Il est facile de se rendre un compte sommaire du phénomène : l'onde qui a subi deux doubles réflexions dans la lame L et a traversé directement L′ et l d'une part et celle qui, ayant traversé directement L, a subi une double réflexion dans chacune des deux lames L′ et l d'autre part, présentent une différence de marche nulle aux points où l'épaisseur de l est e, et des différences de marche croissant de part et d'autre de ces points; on aura donc un système à frange centrale blanche, bordée de franges colorées.

» Il est à remarquer que toute combinaison des lames entre elles, telle que la somme algébrique de leurs épaisseurs multipliées par des nombres entiers simples, soit nulle, donnera un système de franges. Ces systèmes se différencieront très facilement les uns des autres par leur aspect, pourvu que les valeurs des épaisseurs principales E, E′ soient approximativement connues. On pourra avoir ainsi les combinaisons suivantes, pour le cas particulier considéré ci-dessus :

$$2E - (E' + e) = 0, \qquad (2E + e) - E' = 0,$$
$$2E - (E' + 2e) = 0, \qquad 2(E + e) - E' = 0;$$

dans le cas où E est voisin de E′

$$E - (E' + e) = 0, \qquad E + e - E' = 0,$$
$$E - (E' + 2e) = 0, \qquad E + 2e - E' = 0.$$

» Expérimentalement, on est conduit à faire glisser normalement au faisceau une lame étalon et à déterminer son épaisseur aux points où la frange blanche apparaît, ce qui n'offre aucune difficulté et peut même être fait à l'avance (si la lame a été étalonnée). C'est par analogie avec le déplacement du cavalier d'une balance, dont la lame étalon joue le rôle, que nous proposons d'appeler cette méthode la *méthode du cavalier*. Elle permet d'opérer avec des grandeurs fixes et, par suite, très stables.

» Elle permet même de contrôler le réglage des deux lames L, L′ l'une par rapport à l'autre. Si ce réglage est parfait, la frange blanche doit rester

immobile sur la lame étalon quand on déplacera celle-ci relativement aux deux autres, sinon elle se déformera. »

OPTIQUE. — *Nouvelles lois relatives à la propagation anomale de la lumière dans les instruments d'optique*. Note de M. G. SAGNAC, présentée par M. Lippmann.

« J'ai montré (*Comptes rendus* du 22 février et du 7 mars) que, dans un instrument d'optique, les ondes lumineuses se propagent avec une vitesse constante seulement dans le cas particulier où il y a compensation mutuelle d'effets principalement dus aux irrégularités des ondes incidentes issues d'une source lumineuse étendue; en général, les ondes lumineuses issues d'une source de diamètre apparent suffisamment petit se propagent le long de l'axe d'un instrument d'optique avec une vitesse variable et oscillante dont j'ai calculé et vérifié expérimentalement les lois d'oscillation dans le cas où l'ouverture de l'instrument est circulaire.

» I. Les oscillations de la vitesse de propagation des ondes affectent des formes très diverses suivant l'étendue et la forme de la source lumineuse, suivant l'étendue et la forme de l'ouverture utile de l'instrument.

» Ces oscillations se produisent même quand l'instrument ne forme ni foyer réel ni ligne focale réelle. Elles se produisent encore sur l'axe de l'ouverture d'un diaphragme nu éclairé sans adjonction d'aucun système réfléchissant ni réfringent, par exemple sur l'axe d'une chambre noire sans objectif. Les variations de vitesse de propagation qui se produisent alors entre le diaphragme et le point à l'infini sur l'axe sont justement celles qui se produisent entre le même diaphragme associé à un système convergent et le foyer conjugué de la source produit par ce système; les points correspondants dans les deux phénomènes sont conjugués par rapport au système convergent.

» Les lois de l'oscillation de la vitesse de propagation sur l'axe d'une ouverture circulaire nue sont ainsi renfermées dans les lois plus générales relatives au cas où il y a un foyer réel sur l'axe et déjà indiquées ici (*Comptes rendus* du 22 février). Ces lois comprennent, comme un cas particulier limite, la loi, due à M. Gouy, d'après laquelle les vibrations issues d'un trou diffringent ont pris une avance anomale d'un quart de période quand elles se sont propagées assez loin du trou. Les mêmes lois montrent de plus qu'au delà du trou diffringent les vibrations prennent une série de

retards anomaux de phase alternant avec des avances et que les variations anomales de la phase se poursuivent sur une étendue généralement considérable par rapport à la longueur d'onde.

» II. M. Gouy a découvert en 1890, il a vérifié expérimentalement et M. Ch. Fabry a vérifié après lui, que la durée de propagation des ondes lumineuses est diminuée d'un quart de période quand la distance parcourue le long de l'axe d'un système convergent comprend une ligne focale.

» Les expériences de M. Gouy et de M. Ch. Fabry n'ont pas permis de constater les altérations progressives de la phase d'où doit résulter finalement l'avance d'un quart de période seule observée.

» Les phénomènes de la propagation anomale de la lumière au voisinage d'une ligne focale ayant échappé à l'observation, on a cherché à en découvrir les lois par voie théorique en assimilant une ligne focale à un axe d'oscillation (V.-A. Julius, *Arch. néerland.*, 1895, p. 226). Cette assimilation est sujette aux mêmes critiques que l'assimilation d'un foyer-image à un centre d'ébranlement faite par M. A.-V. Julius et par M. van der Waals (voir ma Note des *Comptes rendus* du 22 février).

» D'après cette théorie de M. V.-A. Julius, l'anomalie caractéristique d'une ligne focale se réduirait à une avance progressive d'un quart de période dont l'apparition serait sensible seulement au voisinage immédiat de la ligne focale sur un parcours aussi petit que la longueur d'onde.

» J'ai trouvé, au contraire, en étudiant la phase des vibrations diffractées sur l'axe d'un instrument d'optique, qu'il se produit une série de retards de phase alternant avec des avances. Ces anomalies oscillantes de la phase se développent de part et d'autre de la ligne focale jusqu'à des distances d'un nombre considérable de longueurs d'onde et aussi loin qu'on veut à mesure que l'on diminue le diamètre apparent de la source, la complexité de ses radiations et l'ouverture angulaire de l'instrument; il n'y a pas d'anomalie sensible de la phase dans un parcours comparable à la longueur d'onde au voisinage immédiat de la ligne focale.

» Soit le cas particulier où l'ouverture du diaphragme est un rectangle dont un côté de longueur H est parallèle à la ligne focale; où la source est une fente éclairante de longueur l orientée parallèlement à la ligne focale et placée à une distance d du diaphragme de sorte que la longueur $\frac{lH}{d}$ renferme un grand nombre de longueurs d'onde. La plus grande amplitude d'oscillation anomale de la phase est alors une avance progressive dont la

valeur est 0,335 en fraction de période; cette avance est prise dans une région qui comprend la ligne focale et par moitié; soit 0,167 en fraction de période, de chaque côté de la ligne focale. L'écart anomal de phase qui précède et celui qui suit sont chacun un retard de 0,076 en fraction de période, ensuite vient une avance anomale plus petite (0,061) et des retards et avances progressivement décroissants des deux côtés de la ligne focale. L'influence des irrégularités des ondes incidentes dues principalement à la largeur appréciable de la fente éclairante, les défauts de réglage et les irrégularités de l'instrument font décroître plus rapidement ces oscillations successives de la phase jusqu'à les effacer et ne laisser subsister à une distance suffisamment grande de la ligne focale que la propagation à vitesse constante avec l'avance anomale définitive d'un quart de période découverte par M. Gouy.

» Dans les conditions indiquées, les lois des oscillations anomales de la phase sont les mêmes quand, au lieu d'une *ligne focale*, l'instrument produit un *foyer* conjugué de chaque point de la source; par exemple, il est indifférent de placer derrière le diaphragme rectangulaire soit une lentille cylindrique de génératrices parallèles au côté H du diaphragme, soit une lentille sphérique qui produit l'image de la fente éclairante au même point de l'axe. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la valeur de l'énergie mise en jeu dans une antenne réceptrice à différentes distances.* Note de M. C. **Tissot**, présentée par M. Lippmann.

« En apportant quelques perfectionnements aux dispositifs que nous avons signalés [1], nous avons réussi à obtenir un bolomètre, détecteur d'ondes électriques, d'une sensibilité notablement plus grande que celle de l'appareil que nous avons employé.

» Les principaux perfectionnements ont consisté à remplacer le fil de 20^{μ} à 25^{μ} par du fil de 10^{μ} à 12^{μ} de diamètre, et à disposer les branches bolométriques dans une enceinte à vide qui les isole parfaitement au point de vue thermique. La sensibilité de l'appareil a permis de substituer au galvanomètre Broca-Carpentier un galvanomètre d'Arsonval de sensibilité moyenne bien moins délicat.

» On peut aisément obtenir, avec ce dernier galvanomètre, des déviations d'une

---

(1) *Comptes rendus*, 9 février et 23 novembre 1903.

centaine de divisions (divisions de 1^{mm}, échelle à 1^{m}) pour des émissions faites à une dizaine de kilomètres de distance. L'amortissement notable du galvanomètre rend les mesures très faciles et en accroît la précision.

» Les émissions que nous avons comparées étaient produites par système direct. On s'attachait à maintenir aussi invariables que possible les conditions de l'émission : wattage du courant d'excitation, longueur de l'étincelle, vitesse de l'interrupteur.

» Les observations se composaient de séries d'émissions suffisamment prolongées pour donner un régime permanent dans le bolomètre, c'est-à-dire une déviation fixe du galvanomètre du pont. Les moyennes que nous avons acceptées portent sur une trentaine d'observations d'émissions consécutives et les valeurs individuelles ne s'écartent pas de plus de 2 pour 100 les unes des autres.

» 1° *Comparaison d'émissions à différentes distances.* — Cette comparaison a pu être faite à l'aide d'un poste installé sur un bâtiment qui occupait divers mouillages. Les antennes d'émission et de réception, sensiblement identiques de forme et de longueur, étaient multiples (à 4 branches parallèles) et avaient environ 55^{m} de longueur.

» Les étincelles d'émission avaient une longueur de 5^{cm}. Le poste mobile se trouvant à la distance de 8900^{m}, on obtenait une déviation moyenne et permanente de 40 divisions du galvanomètre pour un courant total de 27,5 milli-ampères dans le pont.

» A la distance de 1150^{m}, et pour des émissions identiques, on obtenait la même déviation moyenne de 40 divisions en réduisant la valeur du courant total à 0,45 milli-ampère.

» Les déviations se trouvant ainsi ramenées dans l'observation à la même valeur, le rapport des sensibilités du bolomètre, qui est égal à $\frac{27,5}{0,45} = 61$, représente aussi le rapport des quantités moyennes d'énergie reçue.

» L'énergie reçue à 1150^{m} est donc 61 fois plus grande qu'à 8900^{m}. Or, on peut remarquer que le rapport des distances $\frac{8900}{1150} = 7,75$, nombre dont le carré est égal à 60.

» L'énergie reçue varie donc bien vraisemblablement en raison inverse du carré des distances.

» 2° *Valeur absolue de l'énergie mise en jeu dans le bolomètre.* — Le bolomètre utilisé est disposé schématiquement comme l'appareil de Rubens, c'est-à-dire que chacune des branches de fil fin est constituée par un système de quatre fils rectilignes formant un pont de Wheatstone p.

» L'antenne et la terre sont reliées respectivement aux extrémités de l'une des diagonales de ce pont p, tandis que l'autre diagonale est reliée au pont principal P.

» Cette disposition un peu compliquée et que nous avons abandonnée avec avantage dans les appareils sensibles dont il a été question ci-dessus, devient indispensable pour obtenir une mesure précise en valeur absolue.

» Le procédé employé pour opérer la mesure consiste, en effet, à enregistrer la déviation permanente du galvanomètre du pont principal P sous l'action des ondes reçues, puis à remplacer l'antenne et la terre par les pôles d'une source électrique convenable capable de fournir dans le pont *p* un courant continu donnant la même déviation au galvanomètre du pont principal.

» Le succès de la méthode repose uniquement sur l'équilibre parfait du pont *p*. Il faut, en effet, que le déréglage de l'équilibre du pont P soit produit uniquement par l'effet thermique développé dans le pont *p*. Aussi a-t-on ajouté à ce pont *p* un dispositif de réglage très précis, sorte de petit pont à corde constitué par un gros fil à faible coefficient de variation, qui permet de réaliser exactement les conditions voulues.

» On s'aperçoit que ces conditions sont réalisées lorsque les déviations du galvanomètre du pont P sont égales et de même sens quand on inverse le courant auxiliaire dans le pont *p*.

» Les mesures ont été operées à la distance de 1150^{m} dans les conditions précédemment énoncées, c'est-à-dire avec étincelles de 5^{cm}.

» La déviation moyenne du galvanomètre sous l'effet des émissions était de 65,5 divisions.

» La même déviation de 65,5 divisions était produite par un courant continu de 8,29 milli-ampères dans le pont *p* (valeur mesurée directement). On peut en inférer que l'effet thermique produit dans le bolomètre par un courant continu de 8,29 milli-ampères est le même que celui qui est dû au courant induit reçu par l'antenne.

» Le nombre des interruptions était en moyenne de 12 à la seconde.

» La valeur de ce qu'on peut appeler l'*intensité efficace* du courant reçu par l'antenne pour une émission unique serait égale, dans les conditions de l'expérience, à 0,69 milli-ampère. Comme la résistance de la branche du bolomètre, c'est-à-dire la résistance réduite du pont *p*, est de $17^{\omega},5$, la quantité d'énergie mise en jeu dans le bolomètre est équivalente à

$$\frac{17,5.\overline{0,69}^{2}}{10^{6}} = \frac{8,3}{106} \text{ joules par seconde.}$$

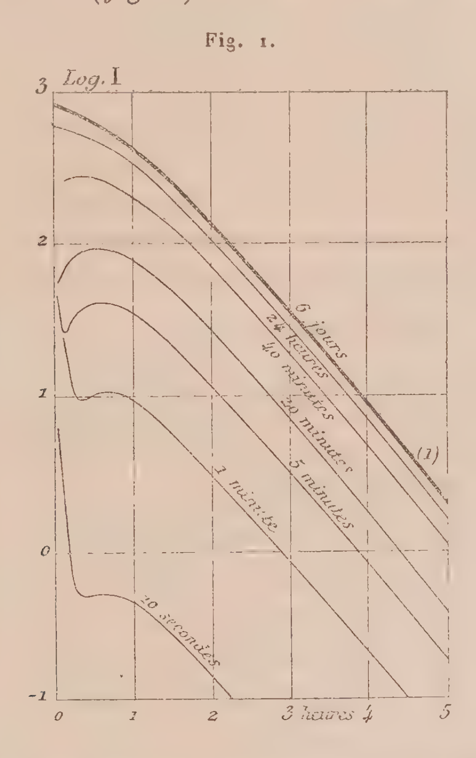
» La puissance est beaucoup plus considérable, car la durée totale de l'oscillation amortie qui prend naissance dans l'antenne réceptrice est comprise entre 10^{-5} et 10^{-6} seconde.

» Les déterminations de période que nous avons faites au miroir tournant permettent d'ailleurs d'en fixer assez approximativement la valeur. »

RADIOACTIVITÉ. — *Sur la disparition de la radioactivité induite par le radium sur les corps solides.* Note de MM. **P. Curie** et **J. Danne**, présentée par M. A. Potier.

« Dans un travail antérieur [1] nous avons étudié la loi suivant laquelle diminue en fonction du temps le rayonnement de Becquerel d'un corps solide qui a été exposé pendant un certain temps à l'émanation du radium. La figure reproduite ici (*fig.* 1) donne le résultat des expériences. Le

Fig. 1.



logarithme de l'intensité I du rayonnement est porté en ordonnée; le temps porté en abscisse est compté à partir du moment où la lame est soustraite à l'action de l'émanation. Les temps pendant lesquels les corps solides sont

(1) *Comptes rendus*, 9 février 1903.

restés sous l'action de l'émanation sont inscrits sur chaque courbe. La courbe (1) est la courbe limite que l'on obtient lorsque le corps a été soumis pendant très longtemps à l'action de l'émanation. Nous avons trouvé que dans ce cas l'intensité I du rayonnement pendant que la lame se désactive est donnée en fonction du temps t par la différence de deux exponentielles. On a

$$(1) \qquad I = I_0[-(k-1)e^{-bt} + ke^{-ct}]$$

avec $k = 4,2$, $b = 0,000538 = \frac{1}{1860}$; $c = 0,000413 = \frac{1}{2420}$.

» On peut interpréter théoriquement ces résultats en adoptant la manière de voir de M. Rutherford et en imaginant que l'émanation agit sur les parois solides de façon à créer une substance radioactive B qui disparaît spontanément suivant une loi exponentielle simple de coefficient b. En disparaissant la substance B donne naissance à une nouvelle substance radioactive C qui disparaît elle-même, suivant une loi exponentielle simple du coefficient c. Si l'on admet que les deux substances B et C émettent des rayons de Becquerel on trouve que le rayonnement total doit être de la forme (1). La valeur du coefficient k dépend du rapport des pouvoirs émissifs des substances B et C en rayons de Becquerel.

» Dans le cas particulier où l'on suppose que la substance C rayonne seule, on trouve que l'on doit avoir $K = \frac{b}{b-c} = \frac{0,000538}{0,000538 - 0,000413} = 4,3$. L'expérience ayant donné 4,2 pour ce coefficient K, il y a là une coïncidence remarquable, et l'on voit que tout se passe comme si la substance B ne rayonnait pas, mais se transformait en une substance C qui seule émet des rayons de Becquerel.

» Il convient de remarquer que lorsque l'on a $K = \frac{b}{b-c}$, la formule (1) est symétrique par rapport à b et c. On peut donc intervertir les valeurs de b et de c sans changer la formule. On peut donc faire l'hypothèse I avec $b = 0,000538$ et $c = 0,000413$ ou l'hypothèse II avec $b = 0,000413$ et $c = 0,000538$; la loi de désactivation sera également bien représentée dans les deux cas.

» Dans la première hypothèse ($b > c$), la substance B inactive disparaît plus rapidement que la substance C; quelques heures après le début de la désactivation, la substance C subsiste seule à la surface du corps. Dans la deuxième hypothèse ($b < c$) la substance B se détruit plus lentement que C, mais, comme elle entretient C, les deux substances disparaissent en même

temps pendant la désactivation et le mélange subsiste jusqu'à ce que toute activité ait disparu. Pour décider entre les deux hypothèses il faut étudier d'autres phénomènes, tels que ceux de la distillation de l'activité par échauffement des corps activés. Les expériences que nous publierons prochainement sont en accord avec la première hypothèse. La substance B inactive est celle qui disparaît le plus vite.

» On peut étendre la théorie précédente en cherchant quelle est la loi de désactivation d'une paroi solide qui a été soumise pendant un temps déterminé θ à l'action de l'émanation du radium. On trouve que l'on doit avoir :

$$(2) \qquad I = I_0\left[-\frac{c}{b-c}(1-e^{-b\theta})e^{-bt}+\frac{b}{b-c}(1-e^{-c\theta})e^{-ct}\right].$$

» La formule (2) ne rend pas compte de la première baisse de l'intensité du rayonnement qui se produit pendant les premières minutes de la désactivation, après activation de courte durée. En revanche, à partir de 20 minutes après le début de la désactivation et jusqu'à la fin, le rayonnement trouvé par l'expérience est parfaitement représenté par cette formule (1). En particulier on retrouve en place sur l'échelle des temps le maximum de l'intensité du rayonnement qui se produit pendant la désactivation.

» Pour retrouver toutes les particularités des courbes de désactivation il est nécessaire d'avoir recours à trois substances distinctes. On peut supposer par exemple que l'émanation crée une première substance A qui disparaît rapidement suivant une loi exponentielle simple de coefficient a en se transformant dans la substance B qui se transforme à son tour en C. On explique convenablement les résultats en supposant que A et C émettent des rayons de Becquerel et que B n'en émet pas. L'intensité du rayonnement est alors donnée pendant la désactivation, par la formule

$$I = I_0\left[\lambda(1-e^{-a\theta})e^{-at}-\frac{c}{(b-c)}\frac{a}{(a-b)}(1-e^{-b\theta})e^{-bt}\right.$$
$$\left.+\frac{b}{(b-c)}\frac{a}{(a-c)}(1-e^{-c\theta})e^{-ct}\right],$$

θ représentant la durée d'action de l'émanation, avec $\lambda = 0,57$, $a = 0,0045$, $b = 0,000538$, $c = 0,000413$. Le temps nécessaire pour que la quantité de

(1) La quantité d'émanation qui a servi à activer les corps n'était malheureusement pas la même dans les diverses expériences; il en résulte que l'on peut seulement retrouver la forme des courbes et non leur position exacte sur l'échelle des ordonnées. De nouvelles expériences seraient utiles.

chaque substance ait diminué de moitié est de 2,6 minutes environ pour la substance A, de 21 minutes pour la substance B et de 28 minutes pour la substance C. Ces temps sont caractéristiques pour ces trois substances. »

OPTIQUE. — *Sur le pouvoir rotatoire naturel de certains corps pour les rayons* N. Note de M. **H. Bagard**, présentée par M. A. Haller.

« Dans une Note présentée récemment à l'Académie (séance du 29 février 1904), je faisais connaître les premiers résultats que j'avais obtenus relativement à la polarisation rotatoire magnétique des rayons N. La méthode que j'ai décrite se prêtait naturellement aussi à la recherche du pouvoir rotatoire naturel, pour les rayons N, des substances actives pour la lumière ordinaire.

» Je me bornerai à donner ici quelques exemples pris parmi les nombreuses observations que j'ai déjà pu faire à ce sujet et relatifs à une solution de sucre de canne, à une essence de térébenthine et à une solution d'acide tartrique.

» Les épaisseurs indiquées plus loin, sous lesquelles j'ai fait traverser ces liquides par les rayons N, ont été choisies, dans ces cas particuliers, de façon que les rotations soient des fractions de tour complet seulement; j'emploierai, pour désigner les faisceaux de rayons N, les numéros d'ordre dont j'ai déjà fait usage dans ma Note précédente.

» Une dissolution de sucre de canne contenant $16^{g},19$ de substance dissoute dans 100^{cm^3} de la dissolution et donnant une rotation droite de $21^{\circ}17'$ sous l'épaisseur de 20^{cm}, en lumière jaune, m'a donné, pour les rayons N, les rotations droites suivantes sous les trois épaisseurs de $0^{mm},55$, $0^{mm},8$ et $1^{mm},6$.

Numéros d'ordre des faisceaux de rayons N.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.
Indices de réfraction de l'aluminium	1,04	1,19	1,29	1,36	1,40	1,48	1,68	1,65
Longueurs d'onde (d'après M. Blondlot)	$0^{\mu},00815$	$0^{\mu},0099$	»	»	$0^{\mu},0117$	»	$0^{\mu},0146$	$0^{\mu},0176$
Rotations observées (Moyennes).								
1° Sous l'épaisseur de $0^{mm},55$	49°.45′	47°	38°.15′	39°	32°.30′	29°.15′	23°	11°
2° Sous l'épaisseur de $0^{mm},8$	61.45	60.15′	54	53.30′	46	41.30	29.30′	19
3° Sous l'épaisseur de $1^{mm},6$	124	107	95.45	88.15	74.30	73	58.30	42.15′

» Les valeurs rapportées dans ce Tableau sont les moyennes de nom-

breuses mesures; avec le degré d'approximation qu'on peut espérer ici, étant donnée la difficulté particulière des observations dans certains cas, ces nombres montrent que la rotation varie bien proportionnellement à l'épaisseur du liquide actif.

» Voici maintenant des rotations gauches, obtenues avec une épaisseur de $0^{mm},55$ d'essence de térébenthine; ce liquide donnait, en lumière jaune, une rotation gauche de 51°53′ sous l'épaisseur de 20^{cm} :

Numéros d'ordre des faisceaux de rayons N........	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.
Rotations observées (moyennes).........	84°45′	63°15′	49°	38°30′	32°45	19°15′	9°15′	7°15′

» Pour la solution de sucre précédente, ainsi que pour cette essence de térébenthine, on voit que la dispersion rotatoire est normale, c'est-à-dire que la rotation varie en sens inverse de la longueur d'onde.

» Avec des solutions aqueuses d'acide tartrique, qui produisent des rotations *droites* pour la lumière ordinaire, j'ai obtenu des rotations *gauches* pour les rayons N. Ce fait, que j'ai vérifié pour des solutions de diverses concentrations, prises sous différentes épaisseurs, est bien d'accord avec ce que l'on pouvait prévoir, d'après le maximum bien connu que présente le pouvoir rotatoire de ces dissolutions dans la partie visible du spectre.

» Voici, par exemple, les rotations gauches obtenues avec une épaisseur de $0^{mm},55$ d'une dissolution de 20^{g} d'acide tartrique dans 100^{g} d'eau; cette même dissolution donnait une rotation droite de 4°42′ sous l'épaisseur de 20^{cm}, en lumière jaune :

Numéros d'ordre des faisceaux de rayons N.......	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.
Rotations gauches observées (moyennes)...	138°	124°45′	94°30′	76°	58°	47°45′	37°	29°30′

» Les résultats précédents donneront une idée suffisante de l'ordre de grandeur du phénomène, que je me propose d'étudier, avec les différentes substances actives et pour les diverses espèces de rayons N découvertes par M. Blondlot.

» On voit par les rotations indiquées plus haut que le pouvoir rotatoire d'une dissolution de sucre, par exemple, pour le faisceau I de rayons N (indice 1,04, longueur d'onde $0^{\mu},00815$) est plus de 700 *fois plus grand* que pour la lumière jaune.

» Avec les nouveaux rayons (N et N_1) récemment découverts par M. Blondlot, tout porte à croire, d'après les valeurs plus petites encore

des longueurs d'onde, que le pouvoir rotatoire deviendra *des milliers de fois plus grand* que pour la lumière ordinaire. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Le cercle de Bishop de* 1902-1904. Note de M. **F.-A. Forel.**

« Ma Note du 10 août 1903 a introduit devant l'Académie la réapparition du *cercle de Bishop,* couronne circumsolaire, cercle de diffraction causé par des poussières volcaniques lancées dans la haute atmosphère; j'ai attribué le phénomène aux éruptions, riches en cendres, des volcans de la Martinique en mai 1902. Cette Note a provoqué le rappel d'observations antérieures venant de divers pays.

» M. T.-W. Backhouse, de Sunderland, Angleterre, a déjà vu le cercle de Bishop en juillet 1902; le Dr Clayton, observatoire des Blue-Hills, Massachusetts, l'a reconnu au début de l'hiver 1902-1903 et ensuite en janvier, février, mai, juin et juillet 1903; le Dr Busch à Arnsberg, Westphalie, l'a noté pour la première fois le 19 novembre 1902, puis les 21 et 22 mars 1903; le Professeur Max Wolf, observatoire d'Heidelberg, l'a reconnu en janvier 1903; le Dr J. Mauver, Institut météorologique de Zurich, en janvier, les 27 et 28 mars, les 7, 8 et 9 juin et fin juillet 1903; dans les Notes du Professeur Rykartheff, observatoire de Pavlosk, je trouve indiqué un voile opalin autour du soleil, les 5 octobre, 9 novembre 1902, 21 janvier, 10, 18, 23 février, 17 mars, 5 avril, 25 mai, 26 juillet 1903; enfin le 26 juillet, le cercle de Bishop a été vu par le Dr Arnold à Lucerne, le Dr Albrecht à Frauenfeld, C. Bühver à Clarens, Rykatcheff à Saint-Pétersbourg, F.-A. Forel à Hoh Königsburg, Alsace.

» En réunissant ces diverses dates, on peut conclure que le cercle de Bishop aurait été d'apparition très fréquente depuis l'automne 1902; mais l'attention n'ayant pas été dirigée sur ce phénomène, l'observation n'a pas été assez suivie pour que nous puissions affirmer que l'apparition a été continue.

» En revanche, depuis le 1er août 1903, j'ai soigneusement noté toutes les observations possibles du phénomène et je puis affirmer que le cercle de Bishop a été d'apparition continue. Chaque jour où le ciel a été serein, chaque fois que quelques trous dans les nuages à distance convenable du Soleil ont permis de reconnaître la couleur du firmament, j'ai constaté l'existence du phénomène, la présence de la large couronne rougeâtre-cuivrée, de 23° environ de rayon, entourant un limbe d'argent bleuté circumsolaire. Cette observation faite en plaine a été vingt fois confirmée par moi ou par mes collègues dans des ascensions en montagne où le phéno-

mène est plus brillant et plus facile à constater; elle a été confirmée dans tous les pays de l'Europe et de l'Amérique du Nord.

» Cette constatation est importante; car, ainsi que je le signalais dans ma Note du 10 août, elle sépare nettement le cercle de Bishop de 1903 des phénomènes crépusculaires anormaux de 1902-1903. Ces derniers ont été discontinus, interrompus, apparaissant pendant quelques jours seulement à des semaines ou des mois d'intervalle. En les attribuant, eux aussi, à des cendres volcaniques en suspension dans la haute atmosphère, j'ai dû admettre que ces cendres forment des nuages discrets et séparés, transportés successivement par les courants supérieurs sur les divers pays de notre hémisphère. En opposition à cette discontinuité des feux crépusculaires, la continuité d'apparition du cercle de Bishop doit s'expliquer par l'existence d'un nuage non interrompu de cendres volcaniques dans la haute atmosphère, formant un anneau complet, une espèce d'anneau de Saturne autour de notre planète. Cette conclusion, d'un haut intérêt, justifiera la poursuite de l'observation du phénomène.

» Nous savons que le premier cercle de Bishop, celui de Krakatoa, a persisté pendant trois ans; nous l'avons encore observé en juillet 1886. Il sera intéressant de surveiller la disparition du cercle de Bishop actuel, celui des poussières volcaniques de la Martinique; avec un peu d'attention on pourra peut-être surprendre son extinction : qu'elle se fasse par rupture de l'anneau de poussières et sa division en nuages isolés, qu'elle ait lieu par atténuation progressive des teintes anormales, montrant que les poussières se sont dispersées dans l'espace, ou sont tombées sur la terre.

» La réapparition que nous avions prévue et annoncée de ce cercle de Bishop consécutif aux éruptions de la Martinique, confirmant l'attribution de sa première apparition aux cendres du Krakatoa, montre qu'il y a rapport de cause à effet entre les deux phénomènes, poussières volcaniques et cercle de diffraction. Par conséquent, lorsque surviendra une nouvelle éruption volcanique, avec projection abondante de cendres dans les hautes couches de l'atmosphère, on pourra s'attendre à la reproduction d'un troisième cercle de Bishop, et l'on devra étudier son apparition avec plus d'attention que nous ne l'avons fait dans les deux premières manifestations, pour en tirer, si possible, des conclusions sur la circulation des couches de la haute atmosphère.

» Cela m'engage à recommander l'étude du cercle de Bishop actuel aux amis de la nature. Le phénomène, nous l'avons dit, est plus évident et mieux apparent dans les hautes altitudes, dans l'air des régions à 1000^m

ou 2000^m^ au-dessus des poussières de la plaine. Mais avec de l'attention, on l'observe de la plaine, et actuellement j'en constate l'existence de ma résidence de Morges, au bord du Léman, à 380^m^ d'altitude, presque aussi bien que si je vivais sur une haute montagne. En plaine, les conditions de vision du cercle de Bishop peuvent se décrire comme suit :

» 1° Il est d'autant plus apparent que le Soleil est plus haut sur l'horizon; quand l'astre est trop bas il y a confusion possible avec d'autres phénomènes de diffraction ou de dispersion sur les poussières des couches inférieures de l'atmosphère.

» 2° Quand le ciel est serein, le phénomène se présente sous forme d'un voile opalin qui blanchit l'azur du firmament jusqu'à 25° ou 30° du Soleil.

» 3° Dans le cas de limpidité extraordinaire de l'air, lorsque l'atmosphère, lavée par la pluie ou la neige, a été débarrassée de ses poussières éoliennes, le rouge cuivré du cercle de Bishop peut être vu de la plaine. J'en ai de bonnes observations.

» 4° Quand il y a des trous dans les nuages, près du Soleil, le bleu du ciel y apparaît gris, couleur nuage de neige. A mesure que le vent déplace ces trous et les amène près du Soleil d'abord, puis loin de lui, on voit l'azur se changer en gris, puis redevenir de l'azur.

» Rappelons que le cercle de Bishop n'apparaît que lorsque le Soleil est masqué par un écran éloigné, haute tour, montagne, nuage opaque; quand l'écran est trop rapproché de l'œil, celui-ci, accommodé pour une faible distance, ne distingue plus les nuances très pâles du cercle de Bishop qui aurait demandé une accommodation à une distance infinie. »

PHYSICOCHIMIE. — *Démonstrations simples de la règle des phases.* Note de M. A. **Ponsot**, présentée par M. Lippmann.

« Il me paraît utile de donner ces démonstrations en raison de leur simplicité [1].

» 1° Soit un mélange homogène de n composants indépendants formant une phase en équilibre sous la pression P et à la température T.

» Pour que cette phase soit bien définie, il faut qu'elle soit en équilibre, il faut connaître son état physique, solide, liquide ou gazeux, donner la

---

(1) On pourra comparer la première avec celle donnée par M. Le Chatelier (*R. g. des Sciences*, 30 octobre 1899), la deuxième avec celles de M. Labrouste (*Bulletin scientifique des Élèves et anciens Élèves de la Faculté des Sciences*, 1902), et de M. Perrin (*Les Principes*, 1903); la troisième à celle de Gibbs (*Équilibre des systèmes chimiques*, trad. H. Le Chatelier).

grandeur de P et de T, et, pour $n-1$ composants, le rapport de la masse de chacun d'eux à celle du $n^{\text{ième}}$ prise pour unité. Il faut fixer la grandeur de $n+1$ variables : la variance de la phase est $n+1$.

» Parmi les grandeurs caractéristiques de l'un des composants de la phase, je considérerai la tension $\mathfrak{F}$ de la vapeur que ce composant peut émettre dans le vide ou dans un gaz, à travers une paroi semi-perméable en contact avec la phase, ou bien la pression osmotique Π qu'il peut établir seul, dans un milieu fluide en rapport osmotique avec la phase, ou même simplement l'accroissement de pression qu'il peut donner à ce fluide enfermé dans une paroi semi-perméable inextensible, avec un état initial bien déterminé. Chacune de ces grandeurs est fixée par celles des $n+1$ variables : c'est une fonction de ces variables.

» Soient deux phases 1.2. de ces n composants indépendants $a, b, c, \ldots, n$, en contact. Pour qu'il y ait équilibre entre les deux phases, il faut que P et T soient communes à ces deux phases, et que pour chacun des n composants $\mathfrak{F}$ ou Π ait la même valeur dans les deux phases. Les égalités

$$\mathfrak{F}_1^a = \mathfrak{F}_2^a, \qquad \mathfrak{F}_1^b = \mathfrak{F}_2^b, \qquad \ldots, \qquad \mathfrak{F}_1^n = \mathfrak{F}_2^n$$

sont les n équations conditionnelles de l'équilibre. Comme la deuxième phase a apporté $n-1$ variables nouvelles, il en résulte que la variance a diminué de 1, elle est devenue n.

» La variance de deux phases de n composants est égale au nombre de ces composants.

» L'addition d'une troisième phase en équilibre avec les deux premières ajoute également $n-1$ variables nouvelles, et n équations, de plus

$$\mathfrak{F}_2^a = \mathfrak{F}_3^a, \qquad \mathfrak{F}_2^b = \mathfrak{F}_3^b, \qquad \ldots, \qquad \mathfrak{F}_2^n = \mathfrak{F}_3^n.$$

L'addition d'une phase diminue toujours d'une unité la variance.

» Le nombre de phases r et la variance v ont donc une somme constante donnée dans le cas d'une phase par $n+2$, d'où

$$v = n + 2 - r \qquad \text{(notation de Gibbs).}$$

» Il y a lieu de remarquer, dans ce raisonnement, que si l'un des composants manquait dans une phase, cela supprimerait une variable et une équation, et, par suite, cela ne changerait pas la variance.

» Les n équations d'équilibre sont nécessaires : l'égalité des tensions de

vapeur de chacun des $n - 1$ composants n'entraînant pas nécessairement celle des tensions du $n^{ième}$.

» Elles sont suffisantes ; quelles que soient les actions chimiques qui ont pu se produire entre les composants indépendants, les corps nouveaux sont nécessairement en équilibre d'une phase à l'autre où se trouvent leurs composants, puisqu'ils sont en équilibre avec ces composants.

» Généralisons : n composants dans r phases donnent $2 + r(n-1)$ variables et $n(r-1)$ équations d'équilibre, d'où la variance $n + 2 - r$.

» 2° Une phase en équilibre peut être définie par les concentrations en volume de ses n composants et la température T ; sa variance est $n + 1$.

» Une deuxième phase en équilibre avec la première apportera n variables nouvelles ; les équations d'équilibre seront au nombre de n pour les tensions $\mathcal{F}$; il faudra, en outre, l'équation $P_1 = P_2$, d'où $n + 1$ équations. La variance aura diminué de 1 et sera devenue n, ...

» Généralisons : n composants dans r phases donnent $1 + nr$ variables et $(r-1)(n+1)$ équations d'équilibre déterminant la variance $n + 2 - r$.

» Les équations conditionnelles de l'équilibre sont toutes nécessaires : cela est évident pour les pressions P, et il y a la même raison que plus haut pour les tensions $\mathcal{F}$.

» A remarquer que la variable indépendante T peut être remplacée par P, et l'on aura comme équation conditionnelle de l'équilibre $T_1 = T_2$, ...

» 3° Une phase peut encore être définie par les valeurs $\mathcal{F}$ de ses n composants et la température T, à la condition d'indiquer son état physique, solide, liquide ou gazeux ; afin qu'il n'y ait pas d'ambiguïté dans quelques cas, il faudra donner l'ordre de grandeur des rapports des masses des composants indépendants à celle de l'un d'entre eux (comme par exemple dans le cas des deux phases liquides données par l'eau et l'éther).

» La variance de la phase est $n + 1$. Ses variables seront communes à toutes les phases en équilibre avec celle-là ; leur nombre sera toujours $n + 1$; les équations conditionnelles de l'équilibre concerneront seulement les pressions des phases $P_1 = P_2$, $P_2 = P_3$, ... ; il y aura $r - 1$ équations, d'où la variance

$$n + 1 - (r - 1) = n + 2 - r.$$

» Même remarque que pour la démonstration précédente.

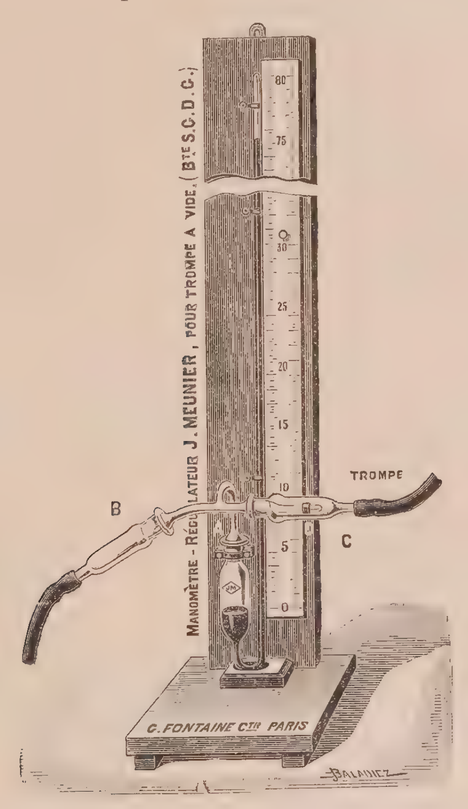
» Dans les trois démonstrations données, on peut supposer qu'on ajoute un corps nouveau au système de phases en équilibre ; il sera facile de

montrer que la variance du système aura augmenté de 1. De même, si l'on ajoute à P, T un autre facteur de l'équilibre.

» J'espère que ces démonstrations simples pourront être introduites dans l'enseignement élémentaire des Sciences physiques. »

CHIMIE. — *Sur un appareil destiné à régulariser le fonctionnement des trompes à vide.* Note de M. J. **Meunier**, présentée par M. Troost.

» J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un appareil destiné à régulariser le fonctionnement des trompes à vide. On sait qu'à côté de tous leurs avantages ces trompes ont l'inconvénient de se remplir d'eau quand on ouvre quelque autre robinet placé sur la conduite d'eau qui les alimente et



que, par suite, les opérations effectuées dans le vide sont délicates et réclament une surveillance continuelle. L'appareil figuré ici permet de les effectuer avec une grande sécurité, même sur les canalisations d'eau les plus irrégulières.

» Il se compose d'une pièce de verre à trois branches, dont la tubulure A s'adapte à l'ouverture d'un baromètre à siphon. La branche B sert à le relier au récipient où l'on fait le vide et la branche C à la trompe. Dans cette dernière branche on a soufflé en D un petit orifice qui est recouvert d'un bandeau de caoutchouc. Quand la trompe fait le vide dans la tubulure C, l'air du récipient soulève le bandeau D et s'échappe par la trompe. Si le débit de l'eau faiblit ou si l'on ferme le robinet de la trompe, la pression atmosphérique applique le bandeau contre l'orifice et l'appareil se ferme ainsi automatiquement en conservant la pression acquise, comme l'indique le baromètre.

» Le montage de l'appareil n'exige qu'un instant, de même que le démontage. Pour effectuer ce dernier, on ferme le robinet de la trompe et, la pression atmosphérique étant rétablie dans la tubulure C, on enlève celle-ci sans effort. Pour rétablir la pression atmosphérique dans le récipient, on agit légèrement sur le bandeau.

» Avec une trompe de verre petit modèle, sans robinet, placée sur une canalisation domestique, on peut en 2 ou 3 minutes réduire la pression jusqu'à 12^{mm} de mercure dans un récipient d'environ 1^{l}. Si l'on emploie des récipients plus volumineux, il est clair que l'on peut abréger l'opération en employant d'abord une pompe à vide. Dans le cas où un vide trop grand est nuisible à l'opération, à la distillation par exemple, on ferme plus ou moins le robinet de la conduite d'eau, l'aspiration devient plus faible ou nulle et l'opération se règle ainsi facilement. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de l'acide carbonique sur les solutions d'azotite de sodium*. Note de MM. **C. Marie** et **R. Marquis**, présentée par M. Moissan.

« Dans une Note récente (*Comptes rendus*, 22 février 1904), M. L. Meunier maintient ses conclusions relatives au non déplacement de l'acide azoteux par l'acide carbonique.

» Contre cette manière de voir, que nous avons déjà discutée antérieurement (*Comptes rendus*, 8 février 1904), nous apportons aujourd'hui deux séries d'arguments, tant théoriques qu'expérimentaux, que nous estimons de nature à clore définitivement la discussion.

» 1° Expériences. — Nous avons employé l'acide carbonique dégagé du bicarbonate de sodium modérément chauffé. D'autre part, M. Meunier ayant attribué les résultats observés par nous au réactif employé (iodure de potassium et amidon), nous utiliserons dans ce qui suit un réactif *direct* et beaucoup plus sensible de l'acide azoteux, constitué par une solution dans l'eau d'un mélange de β-naphtylamine et d'acide sulfanilique, solution que l'on décolore au besoin par un peu de poudre de zinc. Ce réactif se

colore en rouge orangé par une trace d'acide azoteux et précipite des flocons rouges de matière colorante azoïque si l'acide azoteux est ajouté en plus grande quantité.

» I. Une solution d'azotite de sodium à 5 pour 100 dans l'eau *bouillie* ne donne rien avec ce réactif.

» II. La même solution dans laquelle on a fait passer quelques bulles d'acide carbonique, colore immédiatement le réactif en rouge orangé. Si l'acide carbonique est ajouté en plus grande quantité, on observe un précipité rouge de colorant azoïque.

» III. *Un papier imbibé de réactif* se colore nettement et immédiatement en rose orangé par une goutte de solution d'azotite de sodium à 5 pour 100, saturée d'acide carbonique.

» IV. Un courant d'acide carbonique, lavé à l'eau distillée, barbote dans une solution concentrée d'azotite de sodium. Le gaz, filtré sur de l'ouate hydrophile, est dirigé dans le réactif. Celui-ci, au bout de quelques minutes, se colore en rouge orangé, puis laisse précipiter des flocons rouges de colorant azoïque. Un essai à blanc, longtemps prolongé, ne provoque qu'une très légère coloration *rose franc*, imputable à une faible oxydation du réactif, mais pas de précipité.

» Cette expérience est absolument décisive, le réactif ne pouvant donner de colorant azoïque que sous la seule influence de l'acide azoteux.

» 2° Remarques théoriques. — La présence d'acide azoteux libre au sein d'une solution d'azotite contenant de l'acide carbonique est d'ailleurs un fait normal.

» En effet, la caractéristique d'une solution d'acide azoteux est la coexistence, dans cette solution, des ions NO^2 d'une part, H de l'autre. Or, si à une solution de NO^2Na, contenant déjà les ions NO^2 et Na, nous ajoutons une solution d'acide carbonique, nous ajouterons de ce fait les ions correspondant à cet acide, c'est-à-dire les ions CO^3H et H (en admettant que la dissociation se fasse suivant l'équation $CO^3H^2 \rightleftarrows H + CO^3H$).

» A partir de ce moment, la solution contient donc des ions NO^2 et des ions H, et, par conséquent, de l'acide azoteux.

» La quantité réelle de cet acide dans la solution dépend de la concentration des corps en présence et de leur degré de dissociation; on conçoit donc qu'elle puisse être très faible, mais elle ne sera jamais nulle.

» Ainsi donc, la théorie est d'accord avec l'expérience pour nous amener à la conclusion suivante :

» *Dans une solution d'azotite de sodium contenant de l'acide carbonique, il doit y avoir, et* IL Y A, *de l'acide azoteux* LIBRE.

» Conclusion d'ailleurs conforme aux lois générales de l'équilibre entre électrolytes (action d'un acide sur la solution d'un sel neutre).

» A la vérité la quantité d'acide azoteux libre est très faible, et il n'est pas étonnant que M. Meunier n'ait pu la déceler au papier iodo-amidonné, insuffisamment sensible. Mais, nous plaçant maintenant au point de vue pratique, si faible que soit cette quantité d'acide azoteux, elle est néanmoins susceptible d'être utilisée dans quelques cas particuliers, parce qu'elle se renouvelle au fur et à mesure qu'elle est consommée.

» C'est ce qui nous a permis de faire la synthèse quantitative des nitroprussiates par l'action, sur les ferrocyanures alcalins et alcalino-terreux, de l'acide azoteux dégagé par l'action de CO^2 sur l'azotite de sodium (*Comptes rendus*, t. CXXII, 1896, p. 473).

» C'est ce qui a permis à M. Meunier d'obtenir du diazoaminobenzène par l'action de CO^2 sur une solution aqueuse de nitrite de sodium et d'aniline (*Comptes rendus*, 28 décembre 1903). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques dérivés de l'acide α campholytique et de l'acide α campholénique racémiques*. Note de MM. **G. Blanc** et **M. Desfontaines**, présentée par M. Haller.

« Les tentatives faites depuis quelque temps par l'un de nous, soit seul, soit en collaboration avec M. E. Blaise (1) pour démontrer l'homologie des acides α campholénique et α campholytique, nous ont engagés à préparer le nitrile campholytique inconnu jusqu'ici, à réduire ce nitrile et à comparer la base ainsi obtenue avec l'α aminocampholène racémique, avec lequel elle doit être identique.

» Le nitrile campholytique a été obtenu en traitant avec des précautions particulières l'amide campholytique racémique fusible à 103° par le pentachlorure de phosphore (2). Il bout à 200°-205°. On obtient, en même temps que lui, le composé dichloré $C^8H^{13}CCl^2AzH^2$ qui fond vers 175° en se sublimant partiellement. La saponification de ce nitrile fournit l'amide fusible à 103°, ce qui prouve sa constitution. Mais en même temps on obtient de petites quantités d'une autre amide fusible à 171°-172°. Le nitrile ainsi obtenu n'est donc pas un corps pur. La réduction par le sodium et l'alcool éthylique fournit une base $C^8H^{13}CH^2AzH^2$ non saturée.

» Cette base bout à 184°-185° à la pression ordinaire, elle possède une odeur vireuse désagréable; elle est insoluble dans l'eau, miscible aux dissolvants organiques habituels.

» L'*α-aminocampholène racémique* auquel nous voulions la comparer a été obtenu à partir du camphre racémique. Celui-ci a été transformé en oxime; celle-ci déshydratée par l'anhydride acétique fournit le nitrile α campholénique racémique $C^8H^{13}CH^2.CAz$ bouillant à 228°. Ce nitrile, hydraté avec ménagements, conduit à l'amide correspondante. Celle-ci fond à 122° (dérivé actif : 130°). L'acide α campholénique racémique bout à 158° ($H = 20^{mm}$).

---

(1) *Bulletin de la Société chimique*, 3e série, t. XXI, p. 322 et 973; t. XIX, p. 277, 350 et 699; t. XXIII, p. 164 et 693.

(2) Ce Mémoire paraîtra en détail dans un prochain numéro du *Bulletin de la Société chimique*.

mène est plus brillant et plus facile à constater; elle a été confirmée dans tous les pays de l'Europe et de l'Amérique du Nord.

» Cette constatation est importante; car, ainsi que je le signalais dans ma Note du 10 août, elle sépare nettement le cercle de Bishop de 1903 des phénomènes crépusculaires anormaux de 1902-1903. Ces derniers ont été discontinus, interrompus, apparaissant pendant quelques jours seulement à des semaines ou des mois d'intervalle. En les attribuant, eux aussi, à des cendres volcaniques en suspension dans la haute atmosphère, j'ai dû admettre que ces cendres forment des nuages discrets et séparés, transportés successivement par les courants supérieurs sur les divers pays de notre hémisphère. En opposition à cette discontinuité des feux crépusculaires, la continuité d'apparition du cercle de Bishop doit s'expliquer par l'existence d'un nuage non interrompu de cendres volcaniques dans la haute atmosphère, formant un anneau complet, une espèce d'anneau de Saturne autour de notre planète. Cette conclusion, d'un haut intérêt, justifiera la poursuite de l'observation du phénomène.

» Nous savons que le premier cercle de Bishop, celui de Krakatoa, a persisté pendant trois ans; nous l'avons encore observé en juillet 1886. Il sera intéressant de surveiller la disparition du cercle de Bishop actuel, celui des poussières volcaniques de la Martinique; avec un peu d'attention on pourra peut-être surprendre son extinction : qu'elle se fasse par rupture de l'anneau de poussières et sa division en nuages isolés, qu'elle ait lieu par atténuation progressive des teintes anormales, montrant que les poussières se sont dispersées dans l'espace, ou sont tombées sur la terre.

» La réapparition que nous avions prévue et annoncée de ce cercle de Bishop consécutif aux éruptions de la Martinique, confirmant l'attribution de sa première apparition aux cendres du Krakatoa, montre qu'il y a rapport de cause à effet entre les deux phénomènes, poussières volcaniques et cercle de diffraction. Par conséquent, lorsque surviendra une nouvelle éruption volcanique, avec projection abondante de cendres dans les hautes couches de l'atmosphère, on pourra s'attendre à la reproduction d'un troisième cercle de Bishop, et l'on devra étudier son apparition avec plus d'attention que nous ne l'avons fait dans les deux premières manifestations, pour en tirer, si possible, des conclusions sur la circulation des couches de la haute atmosphère.

» Cela m'engage à recommander l'étude du cercle de Bishop actuel aux amis de la nature. Le phénomène, nous l'avons dit, est plus évident et mieux apparent dans les hautes altitudes, dans l'air des régions à 1000^m

ou 2000^m au-dessus des poussières de la plaine. Mais avec de l'attention, on l'observe de la plaine, et actuellement j'en constate l'existence de ma résidence de Morges, au bord du Léman, à 380^m d'altitude, presque aussi bien que si je vivais sur une haute montagne. En plaine, les conditions de vision du cercle de Bishop peuvent se décrire comme suit :

» 1° Il est d'autant plus apparent que le Soleil est plus haut sur l'horizon; quand l'astre est trop bas il y a confusion possible avec d'autres phénomènes de diffraction ou de dispersion sur les poussières des couches inférieures de l'atmosphère.

» 2° Quand le ciel est serein, le phénomène se présente sous forme d'un voile opalin qui blanchit l'azur du firmament jusqu'à 25° ou 30° du Soleil.

» 3° Dans le cas de limpidité extraordinaire de l'air, lorsque l'atmosphère, lavée par la pluie ou la neige, a été débarrassée de ses poussières éoliennes, le rouge cuivré du cercle de Bishop peut être vu de la plaine. J'en ai de bonnes observations.

» 4° Quand il y a des trous dans les nuages, près du Soleil, le bleu du ciel y apparaît gris, couleur nuage de neige. A mesure que le vent déplace ces trous et les amène près du Soleil d'abord, puis loin de lui, on voit l'azur se changer en gris, puis redevenir de l'azur.

» Rappelons que le cercle de Bishop n'apparaît que lorsque le Soleil est masqué par un écran éloigné, haute tour, montagne, nuage opaque; quand l'écran est trop rapproché de l'œil, celui-ci, accommodé pour une faible distance, ne distingue plus les nuances très pâles du cercle de Bishop qui aurait demandé une accommodation à une distance infinie. »

PHYSICOCHIMIE. — *Démonstrations simples de la règle des phases.* Note de M. A. **Ponsot**, présentée par M. Lippmann.

« Il me paraît utile de donner ces démonstrations en raison de leur simplicité [1].

» 1° Soit un mélange homogène de n composants indépendants formant une phase en équilibre sous la pression P et à la température T.

» Pour que cette phase soit bien définie, il faut qu'elle soit en équilibre, il faut connaître son état physique, solide, liquide ou gazeux, donner la

(1) On pourra comparer la première avec celle donnée par M. Le Chatelier (*R. g. des Sciences*, 30 octobre 1899), la deuxième avec celles de M. Labrouste (*Bulletin scientifique des Élèves et anciens Élèves de la Faculté des Sciences*, 1902), et de M. Perrin (*Les Principes*, 1903); la troisième à celle de Gibbs (*Équilibre des systèmes chimiques*, trad. H. Le Chatelier).

grandeur de P et de T, et, pour $n-1$ composants, le rapport de la masse de chacun d'eux à celle du $n^{\text{ième}}$ prise pour unité. Il faut fixer la grandeur de $n+1$ variables : la variance de la phase est $n+1$.

» Parmi les grandeurs caractéristiques de l'un des composants de la phase, je considérerai la tension $\mathcal{F}$ de la vapeur que ce composant peut émettre dans le vide ou dans un gaz, à travers une paroi semi-perméable en contact avec la phase, ou bien la pression osmotique Π qu'il peut établir seul, dans un milieu fluide en rapport osmotique avec la phase, ou même simplement l'accroissement de pression qu'il peut donner à ce fluide enfermé dans une paroi semi-perméable inextensible, avec un état initial bien déterminé. Chacune de ces grandeurs est fixée par celles des $n+1$ variables : c'est une fonction de ces variables.

» Soient deux phases 1.2. de ces n composants indépendants $a, b, c, \ldots, n$, en contact. Pour qu'il y ait équilibre entre les deux phases, il faut que P et T soient communes à ces deux phases, et que pour chacun des n composants $\mathcal{F}$ ou Π ait la même valeur dans les deux phases. Les égalités

$$\mathcal{F}_1^a = \mathcal{F}_2^a, \qquad \mathcal{F}_1^b = \mathcal{F}_2^b, \qquad \ldots, \qquad \mathcal{F}_1^n = \mathcal{F}_2^n$$

sont les n équations conditionnelles de l'équilibre. Comme la deuxième phase a apporté $n-1$ variables nouvelles, il en résulte que la variance a diminué de 1, elle est devenue n.

» La variance de deux phases de n composants est égale au nombre de ces composants.

» L'addition d'une troisième phase en équilibre avec les deux premières ajoute également $n-1$ variables nouvelles, et n équations, de plus

$$\mathcal{F}_2^a = \mathcal{F}_3^a, \qquad \mathcal{F}_2^b = \mathcal{F}_3^b, \qquad \ldots, \qquad \mathcal{F}_2^n = \mathcal{F}_3^n.$$

L'addition d'une phase diminue toujours d'une unité la variance.

» Le nombre de phases r et la variance v ont donc une somme constante donnée dans le cas d'une phase par $n+2$, d'où

$$v = n + 2 - r \qquad \text{(notation de Gibbs).}$$

» Il y a lieu de remarquer, dans ce raisonnement, que si l'un des composants manquait dans une phase, cela supprimerait une variable et une équation, et, par suite, cela ne changerait pas la variance.

» Les n équations d'équilibre sont nécessaires : l'égalité des tensions de

vapeur de chacun des $n-1$ composants n'entraînant pas nécessairement celle des tensions du $n^{\text{ième}}$.

» Elles sont suffisantes ; quelles que soient les actions chimiques qui ont pu se produire entre les composants indépendants, les corps nouveaux sont nécessairement en équilibre d'une phase à l'autre où se trouvent leurs composants, puisqu'ils sont en équilibre avec ces composants.

» Généralisons : n composants dans r phases donnent $2+r(n-1)$ variables et $n(r-1)$ équations d'équilibre, d'où la variance $n+2-r$.

» 2° Une phase en équilibre peut être définie par les concentrations en volume de ses n composants et la température T ; sa variance est $n+1$.

» Une deuxième phase en équilibre avec la première apportera n variables nouvelles ; les équations d'équilibre seront au nombre de n pour les tensions $\mathcal{F}$; il faudra, en outre, l'équation $P_1=P_2$, d'où $n+1$ équations. La variance aura diminué de 1 et sera devenue n, ...

» Généralisons : n composants dans r phases donnent $1+nr$ variables et $(r-1)(n+1)$ équations d'équilibre déterminant la variance $n+2-r$.

» Les équations conditionnelles de l'équilibre sont toutes nécessaires : cela est évident pour les pressions P, et il y a la même raison que plus haut pour les tensions $\mathcal{F}$.

» A remarquer que la variable indépendante T peut être remplacée par P, et l'on aura comme équation conditionnelle de l'équilibre $T_1=T_2$, ...

» 3° Une phase peut encore être définie par les valeurs $\mathcal{F}$ de ses n composants et la température T, à la condition d'indiquer son état physique, solide, liquide ou gazeux ; afin qu'il n'y ait pas d'ambiguïté dans quelques cas, il faudra donner l'ordre de grandeur des rapports des masses des composants indépendants à celle de l'un d'entre eux (comme par exemple dans le cas des deux phases liquides données par l'eau et l'éther).

» La variance de la phase est $n+1$. Ses variables seront communes à toutes les phases en équilibre avec celle-là ; leur nombre sera toujours $n+1$; les équations conditionnelles de l'équilibre concerneront seulement les pressions des phases $P_1=P_2$, $P_2=P_3$, ... ; il y aura $r-1$ équations, d'où la variance

$$n+1-(r-1)=n+2-r.$$

» Même remarque que pour la démonstration précédente.

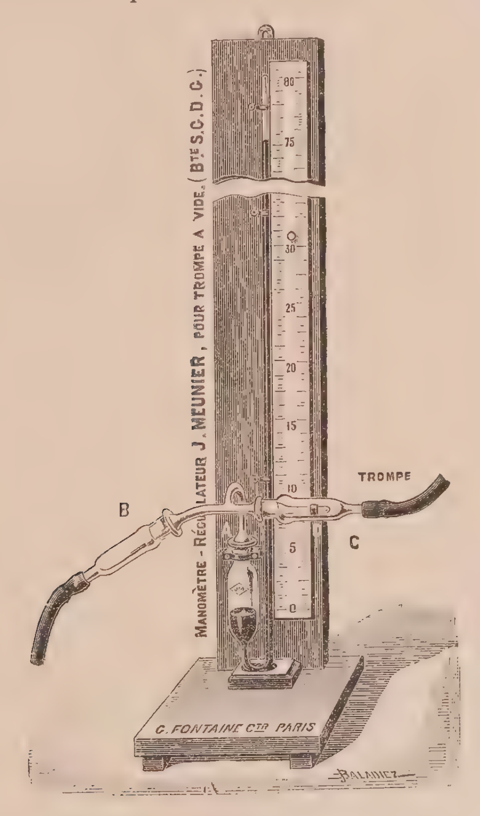
» Dans les trois démonstrations données, on peut supposer qu'on ajoute un corps nouveau au système de phases en équilibre ; il sera facile de

montrer que la variance du système aura augmenté de 1. De même, si l'on ajoute à P, T un autre facteur de l'équilibre.

» J'espère que ces démonstrations simples pourront être introduites dans l'enseignement élémentaire des Sciences physiques. »

CHIMIE. — *Sur un appareil destiné à régulariser le fonctionnement des trompes à vide.* Note de M. J. **Meunier**, présentée par M. Troost.

» J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un appareil destiné à régulariser le fonctionnement des trompes à vide. On sait qu'à côté de tous leurs avantages ces trompes ont l'inconvénient de se remplir d'eau quand on ouvre quelque autre robinet placé sur la conduite d'eau qui les alimente et



que, par suite, les opérations effectuées dans le vide sont délicates et réclament une surveillance continuelle. L'appareil figuré ici permet de les effectuer avec une grande sécurité, même sur les canalisations d'eau les plus irrégulières.

» Il se compose d'une pièce de verre à trois branches, dont la tubulure A s'adapte à l'ouverture d'un baromètre à siphon. La branche B sert à le relier au récipient où l'on fait le vide et la branche C à la trompe. Dans cette dernière branche on a soufflé en D un petit orifice qui est recouvert d'un bandeau de caoutchouc. Quand la trompe fait le vide dans la tubulure C, l'air du récipient soulève le bandeau D et s'échappe par la trompe. Si le débit de l'eau faiblit ou si l'on ferme le robinet de la trompe, la pression atmosphérique applique le bandeau contre l'orifice et l'appareil se ferme ainsi automatiquement en conservant la pression acquise, comme l'indique le baromètre.

» Le montage de l'appareil n'exige qu'un instant, de même que le démontage. Pour effectuer ce dernier, on ferme le robinet de la trompe et, la pression atmosphérique étant rétablie dans la tubulure C, on enlève celle-ci sans effort. Pour rétablir la pression atmosphérique dans le récipient, on agit légèrement sur le bandeau.

» Avec une trompe de verre petit modèle, sans robinet, placée sur une canalisation domestique, on peut en 2 ou 3 minutes réduire la pression jusqu'à 12^{mm} de mercure dans un récipient d'environ 1^{l}. Si l'on emploie des récipients plus volumineux, il est clair que l'on peut abréger l'opération en employant d'abord une pompe à vide. Dans le cas où un vide trop grand est nuisible à l'opération, à la distillation par exemple, on ferme plus ou moins le robinet de la conduite d'eau, l'aspiration devient plus faible ou nulle et l'opération se règle ainsi facilement. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de l'acide carbonique sur les solutions d'azotite de sodium*. Note de MM. **C. Marie** et **R. Marquis**, présentée par M. Moissan.

« Dans une Note récente (*Comptes rendus*, 22 février 1904), M. L. Meunier maintient ses conclusions relatives au non déplacement de l'acide azoteux par l'acide carbonique.

» Contre cette manière de voir, que nous avons déjà discutée antérieurement (*Comptes rendus*, 8 février 1904), nous apportons aujourd'hui deux séries d'arguments, tant théoriques qu'expérimentaux, que nous estimons de nature à clore définitivement la discussion.

» 1° Expériences. — Nous avons employé l'acide carbonique dégagé du bicarbonate de sodium modérément chauffé. D'autre part, M. Meunier ayant attribué les résultats observés par nous au réactif employé (iodure de potassium et amidon), nous utiliserons dans ce qui suit un réactif *direct* et beaucoup plus sensible de l'acide azoteux, constitué par une solution dans l'eau d'un mélange de β-naphtylamine et d'acide sulfanilique, solution que l'on décolore au besoin par un peu de poudre de zinc. Ce réactif se

colore en rouge orangé par une trace d'acide azoteux et précipite des flocons rouges de matière colorante azoïque si l'acide azoteux est ajouté en plus grande quantité.

» I. Une solution d'azotite de sodium à 5 pour 100 dans l'eau *bouillie* ne donne rien avec ce réactif.

» II. La même solution dans laquelle on a fait passer quelques bulles d'acide carbonique, colore immédiatement le réactif en rouge orangé. Si l'acide carbonique est ajouté en plus grande quantité, on observe un précipité rouge de colorant azoïque.

» III. *Un papier imbibé de réactif* se colore nettement et immédiatement en rose orangé par une goutte de solution d'azotite de sodium à 5 pour 100, saturée d'acide carbonique.

» IV. Un courant d'acide carbonique, lavé à l'eau distillée, barbote dans une solution concentrée d'azotite de sodium. Le gaz, filtré sur de l'ouate hydrophile, est dirigé dans le réactif. Celui-ci, au bout de quelques minutes, se colore en rouge orangé, puis laisse précipiter des flocons rouges de colorant azoïque. Un essai à blanc, longtemps prolongé, ne provoque qu'une très légère coloration *rose franc,* imputable à une faible oxydation du réactif, mais pas de précipité.

» Cette expérience est absolument décisive, le réactif ne pouvant donner de colorant azoïque que sous la seule influence de l'acide azoteux.

» 2° Remarques théoriques. — La présence d'acide azoteux libre au sein d'une solution d'azotite contenant de l'acide carbonique est d'ailleurs un fait normal.

» En effet, la caractéristique d'une solution d'acide azoteux est la coexistence, dans cette solution, des ions NO^2 d'une part, H de l'autre. Or, si à une solution de NO^2Na, contenant déjà les ions NO^2 et Na, nous ajoutons une solution d'acide carbonique, nous ajouterons de ce fait les ions correspondant à cet acide, c'est-à-dire les ions CO^3H et H (en admettant que la dissociation se fasse suivant l'équation $CO^3H^2 \rightleftarrows H + CO^3H$).

» A partir de ce moment, la solution contient donc des ions NO^2 et des ions H, et, par conséquent, de l'acide azoteux.

» La quantité réelle de cet acide dans la solution dépend de la concentration des corps en présence et de leur degré de dissociation; on conçoit donc qu'elle puisse être très faible, mais elle ne sera jamais nulle.

» Ainsi donc, la théorie est d'accord avec l'expérience pour nous amener à la conclusion suivante :

» *Dans une solution d'azotite de sodium contenant de l'acide carbonique, il doit y avoir, et* IL Y A, *de l'acide azoteux* LIBRE.

» Conclusion d'ailleurs conforme aux lois générales de l'équilibre entre électrolytes (action d'un acide sur la solution d'un sel neutre).

» A la vérité la quantité d'acide azoteux libre est très faible, et il n'est pas étonnant que M. Meunier n'ait pu la déceler au papier iodo-amidonné, insuffisamment sensible. Mais, nous plaçant maintenant au point de vue pratique, si faible que soit cette quantité d'acide azoteux, elle est néanmoins susceptible d'être utilisée dans quelques cas particuliers, parce qu'elle se renouvelle au fur et à mesure qu'elle est consommée.

» C'est ce qui nous a permis de faire la synthèse quantitative des nitroprussiates par l'action, sur les ferrocyanures alcalins et alcalino-terreux, de l'acide azoteux dégagé par l'action de CO^2 sur l'azotite de sodium (*Comptes rendus*, t. CXXII, 1896, p. 473).

» C'est ce qui a permis à M. Meunier d'obtenir du diazoaminobenzène par l'action de CO^2 sur une solution aqueuse de nitrite de sodium et d'aniline (*Comptes rendus*, 28 décembre 1903). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques dérivés de l'acide α campholytique et de l'acide α campholénique racémiques*. Note de MM. G. **Blanc** et M. **Desfontaines**, présentée par M. Haller.

« Les tentatives faites depuis quelque temps par l'un de nous, soit seul, soit en collaboration avec M. E. Blaise [1] pour démontrer l'homologie des acides α campholénique et α campholytique, nous ont engagés à préparer le nitrile campholytique inconnu jusqu'ici, à réduire ce nitrile et à comparer la base ainsi obtenue avec l'α aminocampholène racémique, avec lequel elle doit être identique.

» Le nitrile campholytique a été obtenu en traitant avec des précautions particulières l'amide campholytique racémique fusible à 103° par le pentachlorure de phosphore [2]. Il bout à 200°-205°. On obtient, en même temps que lui, le composé dichloré $C^8H^{13}CCl^2AzH^2$ qui fond vers 175° en se sublimant partiellement. La saponification de ce nitrile fournit l'amide fusible à 103°, ce qui prouve sa constitution. Mais en même temps on obtient de petites quantités d'une autre amide fusible à 171°-172°. Le nitrile ainsi obtenu n'est donc pas un corps pur. La réduction par le sodium et l'alcool éthylique fournit une base $C^8H^{13}CH^2AzH^2$ non saturée.

» Cette base bout à 184°-185° à la pression ordinaire, elle possède une odeur vireuse désagréable; elle est insoluble dans l'eau, miscible aux dissolvants organiques habituels.

» L'*α-aminocampholène racémique* auquel nous voulions la comparer a été obtenu à partir du camphre racémique. Celui-ci a été transformé en oxime; celle-ci déshydratée par l'anhydride acétique fournit le nitrile α campholénique racémique $C^8H^{13}CH^2.CAz$ bouillant à 228°. Ce nitrile, hydraté avec ménagements, conduit à l'amide correspondante. Celle-ci fond à 122° (dérivé actif : 130°). L'acide α campholénique racémique bout à 158° ($H = 20^{mm}$).

---

(1) *Bulletin de la Société chimique*, 3e série, t. XXI, p. 322 et 973; t. XIX, p. 277, 350 et 699; t. XXIII, p. 164 et 693.

(2) Ce Mémoire paraîtra en détail dans un prochain numéro du *Bulletin de la Société chimique*.

» L'amide précédente, traitée par le brome et la soude (réaction d'Hoffmann) donne l'α-aminocampholène racémique. Celui-ci bout à 184° et il est tout à fait semblable au dérivé actif.

» Pour comparer cette base avec celle que nous avons obtenue par la réduction du nitrile α campholytique, nous avons préparé les urées et les oxamides correspondantes $(CO.AzH.C^9H^{15})^2$ et $CO\langle{}^{AzH.C^9H^{15}}_{AzH^2}$.

» Les dérivés de l'α-aminocampholène fondent nettement, l'oxamide à 134° et l'urée à 115°-116°. Au contraire, les dérivés correspondants de l'autre base sont assez difficiles à purifier, et l'on ne peut les amener à fondre plus haut que 125° pour l'oxamide et 112° pour l'urée.

» Il semble que les deux bases soient différentes. Cependant lorsqu'on mélange les deux urées et les deux oxamides, on obtient, après cristallisation, des produits qui fondent respectivement à 114° et à 130°. On peut donc croire que la base obtenue par réduction du nitrile α campholytique est l'α-aminocampholène impur, le nitrile, comme nous l'avons vu, n'étant pas un corps homogène. Nous attendrons, pour conclure, le résultat d'autres expériences que nous poursuivons en ce moment. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Méthode de préparation des aldéhydes et de dégradation méthodique des acides.* Note de M. E.-E. **Blaise**, présentée par M. A. Haller.

« Je m'occupe, depuis longtemps déjà, d'une méthode de préparation des aldéhydes reposant sur l'action de la chaleur sur les α-oxyacides. Les premiers résultats que j'ai obtenus sont consignés dans un pli cacheté déposé à la Société chimique de Paris, le 23 juillet 1902, et une Note préliminaire de M. Henry Rondel Le Sueur, dont un extrait vient de paraître dans le n° 9 du *Chemisches Centralblatt*, m'oblige à les publier.

» Je me bornerai, dans la présente Note, à indiquer les résultats auxquels je suis arrivé, me réservant d'exposer l'étude bibliographique de la question dans un Mémoire qui paraîtra au *Bulletin de la Société chimique*.

» Un acide gras donné peut être transformé très facilement et presque quantitativement en l'acide α-bromé correspondant, et celui-ci, traité par la potasse, dans des conditions convenables, donne, avec un très bon rendement, un α-oxyacide. Lorsqu'on soumet un α-oxyacide à l'action de la chaleur, il perd d'abord de l'eau en donnant un lactide, et celui-ci, distillé, se décompose avec dégagement gazeux. Le gaz qui se dégage dans cette

décomposition est constitué presque exclusivement par de l'oxyde de carbone, mais renferme toujours, cependant, une petite quantité d'anhydride carbonique. Le produit distillé renferme, en majeure partie, l'aldéhyde possédant un atome de carbone de moins que l'acide d'où l'on est parti. Pour obtenir l'aldéhyde à l'état pur, une seule rectification suffit, et le rendement en aldéhyde, sensiblement constant, quel que soit l'acide employé, est compris entre 50 et 60 pour 100. Les produits qui accompagnent l'aldéhyde sont en faible proportion et renferment un peu de lactide, ainsi que l'acide $\alpha\beta$ non saturé correspondant à l'acide-alcool distillé.

$$R-CH^2-CO^2H \rightarrow R-CHBr-CO^2H \rightarrow R-CHOH-CO^2H \rightarrow \begin{array}{c} R-CH-CO \\ \vert \quad\quad \vert \\ O \quad\quad O \\ \vert \quad\quad \vert \\ CO-CH-R, \end{array}$$

$$\begin{array}{c} R-CH-CO \\ \vert \quad\quad \vert \\ O \quad\quad O \\ \vert \quad\quad \vert \\ CO-CH-R \end{array} = 2R-C\begin{array}{l}\diagup\!\!\diagup O \\ \diagdown H\end{array} + 2CO,$$

$$\begin{array}{c} R-CH^2-CH-CO \\ \vert \quad\quad \vert \\ O \quad\quad O \\ \vert \quad\quad \vert \\ CO-CH-CH^2-R \end{array} = 2R-CH=CH-CO^2H.$$

» Il serait d'ailleurs possible que l'acide non saturé se formât par déshydratation directe de l'acide-alcool.

» La méthode dont je viens d'indiquer les grandes lignes a été appliquée aux acides caproïque, pélargonique, laurique, myristique et palmitique; elle m'a fourni très aisément les aldéhydes renfermant 1^{at} de carbone de moins que ces acides.

» L'acide oxycaproïque, distillé, donne le pentanal normal, un peu de lactide, et de l'acide 2.3-hexénoïque. L'acide 3.4-hexénoïque semble également exister dans les produits de la distillation.

» Le pentanal normal constitue un liquide à odeur très pénétrante, bouillant à 101°-102°, il donne une oxime fusible à 52° et un acide naphtocinchoninique qui fond en se décomposant à 255°-260°, lorsqu'on le projette sur un bain de mercure chauffé à cette température. L'acide pélargonique fournit un acide α-bromé liquide et dont l'éther éthylique bout à 138°-140° sous 24^{mm}. L'acide α-oxypélargonique cristallise en lamelles micacées fondant à 70°. Son éther éthylique est solide et fond à 23°-24°, l'anilide correspondant fond à 69°-70°. L'acide α-acétoxypélargonique est liquide et bout avc légère décomposition à 171°-174° sous 10^{mm}.

» La distillation de l'acide α-oxypélargonique donne l'octanal normal qui bout à 81° sous 32^{mm}. La semicarbazone de cette aldéhyde fond à 101° et son oxime à 58°-59°. L'acétal diéthylique qui lui correspond bout à 221°-223°. L'acide α-oxylaurique a été décrit précédemment (*Bull. Soc. chim.*, t. XXIX, p. 1124), ainsi que l'undécanal (*Bull. Soc. chim.*, t. XXIX, p. 1202) obtenu par une méthode différente, extrêmement laborieuse, et donnant de mauvais rendements. Cette aldéhyde se prépare, au contraire, aisément par distillation de l'acide α-oxylaurique. L'acide α-oxymyristique donne enfin le tridécanal, bouillant à 152° sous 24^{mm}, et l'acide α-oxypalmitique, le pentadécanal, qui bout à 185° sous 25^{mm}. Ces deux dernières aldéhydes sont solides, mais il y aurait lieu de rechercher si l'on n'a pas affaire à des polymères, car, comme je l'ai déjà indiqué à propos de l'undécanal, les aldéhydes à poids moléculaire élevé ont une grande tendance à la polymérisation.

» La méthode de préparation des aldéhydes par décomposition des α-oxyacides sous l'influence de la chaleur est donc très générale, comme le montrent les exemples précédents, elle pourra être employée pour la préparation de toutes les aldéhydes en C^{n-1} auxquelles correspond un acide gras courant, en C^n. Elle s'appliquera, en particulier, à la préparation des aldéhydes à poids moléculaire moyen ou élevé, pour l'obtention desquelles l'alcool primaire correspondant ne constitue pas une matière première abordable, ce qui est un cas très fréquent. On voit, d'autre part, que cette méthode complète celle de Limpricht et Piria puisqu'elle donne une aldéhyde renfermant un atome de carbone de moins que l'acide générateur, elle a d'ailleurs sur la méthode de ces auteurs l'avantage de donner aisément des rendements satisfaisants.

» Enfin, la distillation des α-oxyacides constitue assurément le meilleur procédé de dégradation méthodique des acides, par la série des réactions suivantes :

$$R - CH^2 - CO^2H \rightarrow R - CHOH - CO^2H \rightarrow R - C\begin{matrix}\nearrow O \\ \searrow H\end{matrix} \rightarrow R - CO^2H.$$

» L'avantage de ce procédé de dégradation consiste dans sa facile exécution, dans l'isolement très aisé et à l'état pur des produits intermédiaires et, enfin, dans l'élévation des rendements, qui permettra d'effectuer des recherches de cette nature même sur des quantités de matière relativement peu importantes. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une methode générale de synthèse des aldéhydes.* Note de M. F. **Bodroux**, présentée par M. Troost.

« Dans une précédente Communication (*Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 93) j'ai montré que l'action de l'orthoformiate d'éthyle sur les combinaisons organomagnésiennes aromatiques en solution éthérée donnait naissance à des aldéhydes :

$$R - Mg.Br + C^2H^5O\,CH\begin{matrix}\diagup OC^2H^5 \\ \diagdown OC^2H^5\end{matrix} = Mg\begin{matrix}\diagup Br \\ \diagdown OC^2H^5\end{matrix} + R - CH\begin{matrix}\diagup OC^2H^5 \\ \diagdown OC^2H^5\end{matrix},$$

$$R - CH\begin{matrix}\diagup OC^2H^5 \\ \diagdown OC^2H^5\end{matrix} + H^2O + HCl = R - CHO + 2CH^3CH^2OH + HCl.$$

» Le rendement diminuant à mesure qu'augmentait la condensation en carbone, j'ai songé, dans le but de l'améliorer, à opérer à température plus élevée. Pour cela, j'ai cherché des dissolvants pour les combinaisons organomagnésiennes. Ces dissolvants devant être sans action sur elles, ne peuvent être pris que parmi les hydrocarbures, et j'ai reconnu que les seuls qui conviennent sont ceux de la série benzénique.

» Les préparations qui suivent ont été effectuées en solution toluénique. A la combinaison organomagnésienne, préparée en solution éthérée, j'ajoute, pour un atome-gramme de magnésium employé, 150g de toluène parfaitement sec, et je distille au bain-marie pour chasser l'éther non combiné. Lorsque la distillation a cessé, j'ai une liqueur très fluide (excepté dans le cas du bromure d'α-naphtylmagnésium qui se prend en masse), dont la température est voisine de 100° et dans laquelle je fais tomber, goutte à goutte, l'orthoformiate d'éthyle. Comme la quantité de combinaison organomagnésienne formée n'est jamais théorique, à cause des réactions secondaires qui se produisent dans la réaction de M. Grignard, j'emploie un poids d'orthoformiate qui varie entre deux tiers et trois quarts de molécule, suivant le cas. Une réaction énergique se déclare, le liquide bout, et il distille de l'oxyde d'éthyle. Lorsque l'introduction de l'orthoéther est terminée, j'agite la masse et, après un repos d'une demi-heure, je la traite par l'acide chlorhydrique étendu. Le liquide surnageant est décanté, lavé et séché. Il renferme l'aldéhyde cherchée, soit seule, soit mélangée avec des proportions variables de son acétal éthylique. Pour détruire cet acétal, j'élimine le toluène et je fais bouillir, pendant une heure, les produits de l'opération avec de l'acide sulfurique étendu de quatre fois son poids d'eau. L'aldéhyde formée est isolée à l'état de combinaison bisulfitique.

» Si l'aldéhyde a un point d'ébullition peu élevé, je commence d'abord par agiter le toluène avec une solution de bisulfite de sodium, puis, après décantation, je chasse le

dissolvant. Je fais ensuite bouillir le résidu, avec de l'acide sulfurique étendu de quatre fois son poids d'eau, dans un ballon surmonté d'un long tube Lebel, auquel se trouve adapté un réfrigérant descendant. Il distille un mélange d'alcool éthylique et d'aldéhyde qu'il est facile de séparer.

» J'ai constaté que si, après introduction de l'orthoformiate d'éthyle, l'on vient à chauffer pendant quelque temps la solution toluénique du composé magnésien, le rendement en aldéhyde diminue.

» Les résultats obtenus en appliquant cette méthode sont consignés dans le Tableau suivant :

Dérivé halogéné primitif.	Aldéhyde obtenue.	Rendement.
		pour 100
Chlorure de benzyle......	Aldéhyde phénylacétique.	55
α bromonaphtalène	» α naphtoïque.	70
Paradibromobenzène	» parabromobenzoïque.	60
Parachlorobromobenzène..	» parachlorobenzoïque.	64
Bromure de propyle......	» butylique.	75
Bromure d'isobutyle......	» isovalérique.	66

» Les faits qui précèdent montrent bien la généralité de la réaction que j'ai indiquée. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Méthode de dosage des matières protéiques végétales.* Note de M. L. **Beulaygue**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Dans l'ensemble des matières élaborées par la cellule végétale, les *matières protéiques* forment un groupe des plus importants. Elles offrent les différentes réactions chimiques des matières albuminoïdes animales, et certaines d'entre elles, désignées sous le nom de *matières protéiques non digestibles,* sont inattaquables par le suc gastrique. Les travaux de M. W. Palladine ont mis en évidence les deux principaux faits suivants :

» 1° A quantité égale de matières protéiques, en présence d'hydrates de carbone, les feuilles vertes et les feuilles étiolées dégagent une quantité égale d'acide carbonique (1);

» 2° Pour une température donnée et avec une quantité suffisante

(1) W. Palladine, *Recherches sur la respiration des feuilles vertes et des feuilles étiolées* (*Revue générale de Botanique,* t. V, 1893, p. 449).

d'hydrates de carbone, le rapport entre la quantité d'acide carbonique dégagé par diverses plantes en 1 heure et la quantité d'azote non digestible est une constante (¹).

» Il résulte donc de ces travaux que, parmi les matières protéiques végétales, celles qui ne sont pas digestibles, c'est-à-dire celles qui sont inattaquables par le suc gastrique, sont en corrélation étroite avec l'énergie respiratoire des plantes. Il importe donc de pouvoir doser les différentes matières protéiques végétales avec rapidité et précision.

» Au cours de recherches que je poursuis sur les transformations chimiques qui se produisent pendant la *nécrobiose végétale*, n'ayant pas obtenu, par l'usage des procédés actuellement en usage, toute la satisfaction désirable, notamment en ce qui concerne le dosage des matières protéiques non digestibles, j'ai été amené à élaborer une méthode générale de dosage des matières protéiques végétales, qui m'a donné jusqu'ici, d'une façon très rapide, les meilleurs résultats.

» 1° *Dosage de l'azote total.* — 2^{g} de poudre sèche suffisent généralement pour l'effectuer par l'une des méthodes actuellement en usage dans les laboratoires.

» 2° *Dosage de l'azote protéique total.* — 4^{g} de poudre sèche sont maintenus pendant 10 minutes dans une capsule en porcelaine, avec 100$^{cm^3}$ d'eau distillée portée à l'ébullition. Puis on ajoute successivement 0^{g},50 d'alun pour précipiter les phosphates qui pourraient maintenir des albuminoïdes en solution, et 4$^{cm^3}$ d'acide acétique cristallisable pour précipiter les albuminoïdes solubles. On porte de nouveau 5 minutes à l'ébullition, on laisse refroidir, on filtre, on lave sur le filtre avec de l'eau distillée jusqu'à absence d'acidité des eaux de lavages; on dessèche à 100°-110° le résidu obtenu sur le filtre, et l'on dose Az comme au 1°.

» 3° *Dosage de l'azote protéique, insoluble dans l'eau distillée.* — 4^{g} de poudre sèche sont maintenus pendant 10 minutes dans une capsule en porcelaine avec 100$^{cm^3}$ d'eau distillée portée à l'ébullition. Puis on laisse refroidir, on filtre, on lave sur le filtre à plusieurs reprises avec de l'eau distillée, on dessèche à 100°-110° le résidu obtenu sur le filtre et l'on dose Az comme au 1°.

» 4° *Dosage de l'azote protéique, soluble dans l'eau distillée.* — S'obtient par différence entre 2° et 3°.

» 5° *Dosage de l'azote protéique, non digestible, total.* — Cet azote comprend notamment l'azote des *nucléines* et l'azote des *lécithines*, corps qui ne sont pas atta-

(¹) W. Palladine, *Recherches sur la corrélation entre la respiration des plantes et les substances azotées actives* (*Revue générale de Botanique*, t. VIII, 1896, p. 225). — *Influence de la lumière sur la formation des matières protéiques actives et sur l'énergie de la respiration des parties vertes des végétaux* (*Revue générale de Botanique*, t. XI, 1899, p. 81).

qués par la pepsine. On prépare au préalable, à froid, dans une fiole conique d'Erlenmeyer, le liquide digestif suivant :

Pepsine extractive en paillettes....	1^g
Acide chlorhydrique pur	1^g (21 gouttes)
Eau distillée	100^{cm^3}

et l'on introduit dans ce liquide 4^g de poudre sèche. On porte le tout, sans boucher l'ouverture de la fiole, dans l'étuve, réglée à la température de 37°-40°, pendant une durée de 12 à 15 heures, en agitant de temps à autre. Au bout de ce temps, le travail de digestion est largement terminé : on le reconnaît à ce que toute la poudre, réunie au fond de la fiole, n'est plus le siège d'aucune effervescence et à ce que 1^{cm^3} du liquide rougeâtre surnageant, filtré, ne précipite pas par addition de 3 gouttes d'acide azotique pur. On mélange le tout, on filtre et on lave sur le filtre avec de l'eau distillée, jusqu'à ce que les eaux de lavage ne précipitent plus par addition de quelques gouttes d'une solution au $\frac{1}{100}$ d'azotate d'argent dans l'eau distillée. On dessèche à 100°-110° le résidu obtenu sur le filtre et l'on dose Az comme au 1°.

» 6° *Dosage de l'azote protéique non digestible, du groupe des nucléines et autres corps similaires, dit, par abréviation,* azote nucléique. — 4^g de poudre sèche, soumis à l'action du liquide digestif, comme il est dit au dosage 5° ci-dessus, sont ensuite, après digestion, lavages et dessiccation, mis à macérer 24 heures dans 50^{cm^3} d'un liquide éthéro-alcoolique contenus dans une fiole conique d'Erlenmeyer, dont on bouchera ensuite l'ouverture. Ce liquide est composé d'un mélange à volumes égaux d'éther sulfurique à 66° et d'alcool à 95°. Après agitation de temps à autre, le tout est filtré et on lave sur le filtre, avec du liquide éthéro-alcoolique, jusqu'à ce que ce liquide s'écoule incolore et qu'il ne laisse aucun résidu par évaporation sur un verre de montre. Cette opération a pour but l'extraction d'un certain nombre de corps et notamment des *lécithines*. On dessèche à 100°-110° le résidu obtenu sur le filtre et l'on dose Az comme au 1°.

» 7° *Dosage de l'azote protéique non digestible, du groupe des lécithines et autres corps similaires, dit, par abréviation,* azote lécithique. — S'obtient par différence entre 5° et 6°.

» 8° *Dosage de l'azote non protéique, soluble dans l'eau distillée, du groupe des amides, et autres combinaisons azotées non protéiques, solubles dans l'eau distillée, dit, par abréviation,* azote amidé. — S'obtient par différence entre 1° et 2°.

» *Nota.* — Pour être comparables, tous les résultats devront être rapportés à 100^g de matière sèche.

« Ce procédé présente sur les méthodes en usage de Stutzer et Hirschler, au moins pour les dosages similaires, l'avantage d'être plus précis et beaucoup plus rapide. »

ZOOLOGIE. — *Sur deux nouvelles formes larvaires de* Thrombidium (*Acar.*) *parasites de l'Homme.* Note de MM. **F. Heim** et **A. Oudemans**, présentée par M. Alfred Giard.

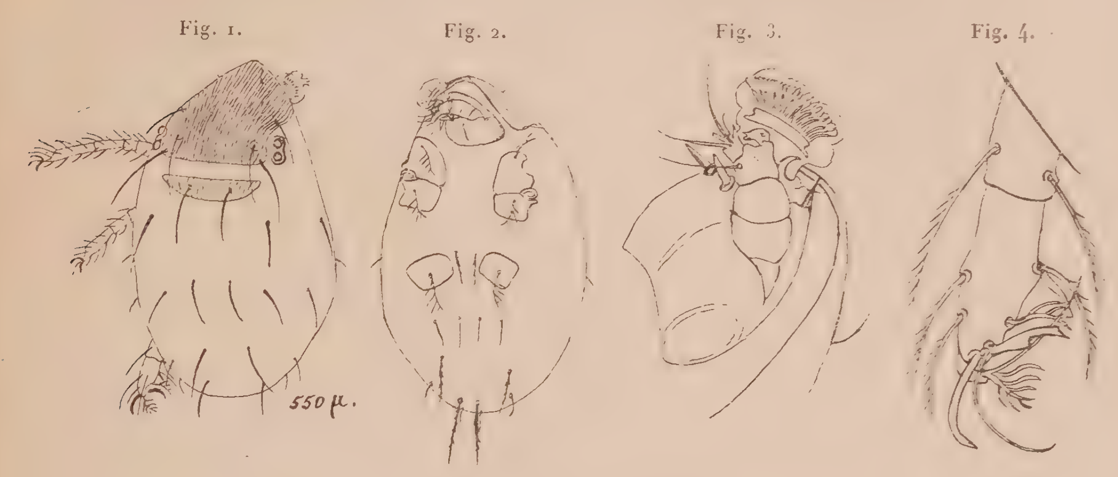
« Une grande incertitude règne encore sur la détermination zoologique des *Thrombidium*, susceptibles de s'attaquer à l'Homme; les opinions professées par les auteurs qui se sont occupés de la question sont contradictoires. Nos observations établissent la pluralité spécifique des Rougets parasites de l'Homme. Dans une localité de l'est de la France (Buré-la-Forge, Meurthe-et-Moselle), où la thrombidiose sévit chaque année pendant les mois chauds et secs, l'un de nous a rencontré, pendant plusieurs étés consécutifs, trois formes larvaires de *Thrombidium*, simultanément parasites sur l'Homme et les Vertébrés supérieurs.

» L'une de ces formes larvaires se rapporte à *T. gymnopterorum*. Les deux autres formes larvaires, par nous observées, se rapportent à deux espèces nouvelles de *Thrombidium*, pour lesquelles nous proposons des noms spécifiques, rappelant les particularités d'ornementation des écussons que porte le céphalothorax : l'un sera *T. poriceps* sp. nov., l'autre *T. striaticeps* sp. nov. Nous nous bornerons à indiquer sommairement les caractères les plus saillants de ces deux espèces.

» *Thrombidium striaticeps.* — Deux écussons céphalothoraciques dorsaux (*fig.* 1) à élégante striation longitudinale : l'écusson antérieur trapézoïdal, échancré latéralement, tronqué postérieurement; l'écusson postérieur en forme de segments de cercle; plaques coxales des pattes (*fig.* 2) lisses, munies chacune d'un long poil barbelé; pattes de la deuxième paire plus courtes que celles de la première et de la troisième; tarses de la troisième paire munis de trois ongles (dont l'interne est souvent déformé et le médian plus long) et d'une expansion ventrale à magnifique poil plumeux (*fig.* 4); plaques coxales maxillaires protégées chacune par une forte épine; palpes maxillaires à cinq articles, le dernier carré, pourvu à son extrémité distale d'une petite pointe émoussée, d'une épine et de trois poils tactiles : l'un court, les deux autres longs; mandibules à deux articles munis l'un d'une épine dorsale, l'autre d'un croc; le pharynx protracté montre une élégante couronne formée d'un double rang de digitations chitineuses, cet organe semble devoir jouer un rôle dans la fixation du parasite aux téguments de l'hôte (*fig.* 3).

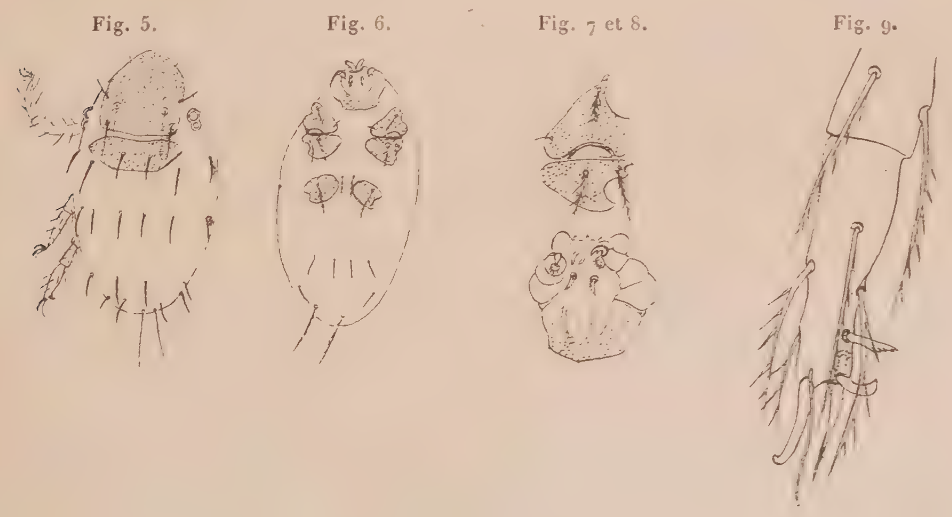
» *Thrombidium poriceps.* — Deux écussons céphalothoraciques (*fig.* 5) dorsaux, criblés de pores minuscules : l'écusson antérieur rectangulaire arrondi en avant, tronqué en arrière, l'écusson postérieur trapézoïdal, à grande base antérieure; toutes les plaques coxales (*fig.* 6), y compris les maxillaires, finement criblées; maxilles (*fig.* 8)

munies chacune d'un poil court, trapu, pectiné, simulant une épine puissante; palpes maxillaires analogues à ceux de *T. holosericeum,* chelicères à insertion subcirculaire; plaques coxales des pattes (*fig.* 6 et 8) munies de poils plumeux, celles de la première



Thrombidium striaticeps.

et de la troisième paire d'un seul poil, celles de la deuxième de deux; pattes toutes égales, torses de la troisième paire munis de 3 ongles (l'externe robuste et long, le médian court, l'interne tronqué et robuste), d'un long poil dorsal pectiné et d'un long poil ventral lancéolé (*fig.* 9).



Thrombidium poriceps.

» Nous n'avons pu réussir l'éducation de ces larves hexapodes.

» Ces deux espèces de *Thrombidium* ont été rencontrées par nous, à l'état

larvaire, depuis plusieurs années, implantées dans les téguments de divers Insectes, Oiseaux et Mammifères.

» Ce sont donc des parasites qui se gorgent indistinctement de l'hémolymphe des Arthropodes et de la sérosite des Vertébrés supérieurs.

» Nos deux parasites s'attaquent d'une manière toute spéciale aux Gallinacés comme le fait *T. gymnopterorum;* mais les jeunes sujets seuls ont la peau assez fine pour être exposés à leur attaque, leur implantation a toujours lieu au pourtour des follicules plumeux.

» Les petits Mammifères portent ces Rougets implantés dans toutes les régions où la peau est fine; les Mammifères à peau épaisse, tel le Chien, n'en portent qu'à certaines régions d'élection où la peau s'amincit : rebord ciliaire des paupières, en particulier.

» Chez l'Homme, l'implantation du parasite se fait toujours à l'orifice d'un follicule pileux, il y détermine les phénomènes bien connus de l'érythème automnal : inflammation périfolliculaire, travail d'élimination (d'une portion du rostre?) consécutif à la chute ou à l'ablation du parasite; nous n'avons pu constater chez ces espèces l'existence, au point d'implantation du parasite dans la peau, ni d'un organe de succion (langue pour Trouessart, épipharynx pour Brücker), ni d'une gaine d'origine fibrineuse formant séquestre.

» La pluralité spécifique des « aoûtats » s'attaquant à l'Homme est donc hors de doute, puisque dans une seule localité française nous avons trouvé, concurremment parasites sur peau humaine, trois espèces distinctes de *Thrombidium*. Le double intérêt zoologique et médical qui s'attache à ces parasites nous a déterminés à publier nos observations sur leurs formes larvaires, sans attendre le résultat, jusqu'ici négatif, de leur éducation. »

ZOOLOGIE. — *Sur quelques expériences effectuées au laboratoire des Catacombes du Muséum d'Histoire naturelle.* Note de M. **Armand Viré**, présentée par M. Edmond Perrier.

« En 1896, M. A. Milne-Edwards créait, à notre demande, un laboratoire biologique où devaient être effectuées des expériences sur l'influence de la lumière et de l'obscurité sur les espèces animales. Son successeur, M. Edmond Perrier, nous continuant la même bienveillance, nous mit à même de poursuivre nos recherches.

» Le laboratoire se compose de deux parties distinctes ; une partie sou-

terraine installée à l'obscurité, dans une partie des anciennes carrières ou Catacombes de Paris, situées sous le Jardin des Plantes, et une salle d'aquariums à la lumière du jour. Dans la première partie, des expériences ont été faites sur des animaux normaux, soumis à une obscurité constante; dans la seconde, au contraire, on étudie les modifications qui peuvent se produire sur des animaux souterrains ramenés à la lumière du jour.

» *Animaux normaux soumis à l'obscurité.* — Ce sont surtout des Crustacés, des Batraciens et des Poissons.

» Les Crustacés (*Gammarus fluviatilis*) ont présenté les phénomènes suivants : au bout de six mois, décoloration graduelle; le pigment gris s'en va par îlots de plus en plus grands jusqu'à la disparition complète.

» L'œil reste tout d'abord normal, malgré l'absence totale de ses fonctions; cependant après un an on constate une très légère dissociation des cornéules. La dissection ne révèle pas de changement appréciable dans les éléments rétiniens, ni dans le système nerveux optique.

» Par contre, les organes de l'olfaction, du tact et de l'odorat montrent, au bout de quelques mois, une hypertrophie notable; leur longueur augmente graduellement jusqu'à acquérir des dimensions triples des dimensions primitives.

» Il semble résulter de cette observation que les organes inutiles tendent à subsister le plus longtemps possible, expliquant jusqu'à un certain point la présence de ces organes résiduels constatés dans nombre de groupes animaux et que l'on ne pourrait expliquer autrement que par cette tendance conservatrice de l'organisme.

» Les organes devenus plus utiles (ouïe, tact, odorat), grâce à la cessation des fonctions d'un autre organe, l'œil, prennent immédiatement un développement en rapport avec leurs fonctions supplémentaires.

» Sur les Poissons, un phénomène singulier a été constaté; après 5 ans de séjour à l'obscurité, l'œil d'une Anguille s'est *hypertrophié* jusqu'à doubler de volume. Ce fait paraîtrait en contradiction avec le précédent, si l'on ne tenait compte de ceci : que le système nerveux optique s'est plutôt réduit, marquant ainsi que l'hypertrophie de l'organe externe devra sans doute plus tard faire place à une atrophie. Ce fait avait d'ailleurs été constaté déjà au début du XIXe siècle par Eudes Deslongchamps, sur une Anguille recueillie au fond d'un puits (1).

» Un autre fait constaté sur les Poissons est une réduction de la taille dans l'obscurité. Sur 12 Cyprins dorés (*Carassius auratus*), 6 ont été mis aux Catacombes, 6 à la lumière. La nourriture a toujours été la même pour les deux lots. Après deux ans les Cyprins *obscuricoles* ont pris une teinte blanc rosé; leur taille est deux fois moindre que celle des Cyprins lucicoles, qui ont conservé leur belle teinte rouge.

» *Animaux souterrains remis à la lumière.* — Ce sont principalement des Crustacés (*Niphargus Plateaui*, récoltés à Padirac et aux Catacombes; *Vireia burgunda* Dollfus et *Vireia berica* Fabiani, rapportées des grottes d'Italie) et les Batraciens

---

(1) EUDES DESLONGCHAMPS, *Note sur une anguille retirée d'un puits au mois de juillet* 1831 (*Mém. de la Soc. linnéenne de Normandie,* 1835).

(*Proteus anguinus* Laur, rapportés des grottes d'Autriche). Les uns, les Crustacés, sont privés de l'œil, du nerf et du lobe optique, c'est-à-dire de tous les organes capables de recueillir les impressions lumineuses; les autres, les Protées, ont un œil atrophié, recouvert par le tégument général. Tous, cependant, sont sensibles à la lumière, et manifestent, par des réactions très nettes, que la lumière leur est désagréable. Ce doit être là, non pas une perception plus ou moins nette de la lumière, ni même cette perception vague *d'éclairement* ou de *non-éclairement* éprouvée par certains Articulés, d'après les belles expériences de Félix Plateau. C'est plutôt une sensation d'ordre chimique s'exerçant sur les cellules pigmentogènes et transmise au cerveau par le système nerveux sensoriel général.

» En effet, après quelques mois d'expérience, on voit sur le Protée une pigmentation d'abord claire et diffuse, puis de plus en plus confluente et sombre, qui aboutit à une pigmentation d'un noir violet avec parfois de petites taches d'un jaune légèrement verdâtre, sauf sous la tête et le ventre qui restent blancs.

» Pour les Crustacés, on n'a encore constaté que de légères taches noires sur le tégument.

» Des expériences avaient été commencées au laboratoire souterrain sur des Mammifères, mais l'absence de courant d'air provoquant l'accumulation des gaz de la respiration, nous a obligé d'interrompre l'observation jusqu'à ce que l'on ait un système de ventilation permettant la purification rapide de l'atmosphère. »

ZOOLOGIE. — *Sur un Cérianthaire nouveau*. Note de M. **Louis Roule**, présentée par M. Edmond Perrier.

» J'ai décrit brièvement, au *Congrès de l'Association française pour l'avancement des Sciences*, de 1903, deux nouveaux Cérianthaires : *Cerianthus Danielsseni* et *Pachycerianthus Benedeni*. M. le Professeur J. Bell, du British Museum, a eu l'obligeance de me confier l'unique exemplaire de ce dernier type recueilli dans la mer du Japon et conservé dans une liqueur à base de formol; j'ai pu ainsi compléter mes premières recherches, que je résume dans ce qui suit.

» Le tube fait défaut. L'individu est remarquable par son allure trapue et massive; il mesure 80^{mm} de longueur sur 27^{mm} de diamètre au sommet de la colonne et 24^{mm} au milieu; l'extrémité aborale, arrondie, est percée d'un petit pore. Les tentacules marginaux, au nombre de 123, sont disposés sur 3 cycles, avec indications d'un quatrième; les tentacules labiaux, au nombre de 122, se disposent également sur 3 cycles. Les cloisons, autour de l'actinopharynx, sont au nombre de 126; leur musculature se réduit à quelques fibres longitudinales et obliques, moins abondantes encore que chez les autres Cérianthaires. Les cloisons directrices, fort épaisses,

donnent à la loge directrice la forme d'un canal cylindrique. Les cloisons, au-dessous de l'actinopharynx, sont très courtes, et laissent complètement lisse la majeure part de la paroi columnaire interne. Seules, deux cloisons ventrales (S^3 dans la terminologie proposée par M. Ed. van Beneden) se prolongent auprès de l'extrémité aborale; elles encadrent une bande étroite, qui continue le sulcus de l'actinopharynx, et qui contient les vestiges des cloisons D et S^1. Les autres cloisons, étagées de chaque côté de S^3, diminuent de longueur vers la région dorsale, mais n'affectent point une franche disposition quadroseptale; la diminution, régulière, leur donne plutôt un arrangement biseptal. Sauf celles qui occupent exactement la région dorsale, toutes les cloisons possèdent des craspèdes dans la zone placée immédiatement au-dessous de l'entérostome. Seulement, et en alternance, les unes ont des fils mésentériques sur leurs craspèdes, et les autres n'en portent point. Les cloisons ainsi privées sont fertiles; démunies de fils mésentériques, elles possèdent par contre des aconties sur une assez grande part de leur extrémité inférieure; leur série débute par S^3, et continue par les numéros d'ordre impairs, S^5, S^7, S^9, ... La paroi de la colonne est épaisse, plus que celle des autres Cérianthaires contractés et conservés dans des liquides de même sorte. L'épaisseur est due à la mésoglée et à la musculature longitudinale. Cette dernière se différencie nettement en feuillets, chaque élément se composant d'une mince lame quittant la région profonde de l'épithélium ectodermique pour aller joindre la mésoglée, et portant des fibrilles musculaires longitudinales sur deux files ou sur une seule. Je n'ai point vu traces de musculature endodermique, sauf aux cloisons, où elle est, du reste, à peine représentée. L'individu était unisexué : je n'ai trouvé que des ovules.

» Si cet échantillon est normal, il doit devenir le type d'un genre nouveau, *Pachycerianthus*, ayant pour diagnose : « Cloisons courtes; deux » seules d'entre elles (S^3) parviennent dans l'extrémité aborale. Cloisons » directrices épaisses, donnant à la loge directrice la forme d'un canal » cylindrique. Disposition biseptale faisant alterner des cloisons fertiles » acontifères avec des cloisons stériles privées d'aconties et portant des » fils mésentériques sur leurs craspèdes. Musculature endodermique à » peine représentée. Paroi de la colonne épaisse et consistante, à cause » du développement pris par la musculature longitudinale et par la méso- » glée ». Il convient d'observer que, abstraction faite du nombre des cloisons et des dimensions, plusieurs de ces caractères sont ceux des larves acontifères de Cérianthaires.

» Ceci conduit à des conclusions de deux sortes : 1° On considère à tort les quelques espèces déjà connues du genre *Cerianthus* comme établissant la formule organique complète des Cérianthaires. Les travaux publiés par M. Ed. van Beneden ont déjà montré que les larves de ces animaux offrent une grande diversité. Peut-être en va-t-il de même pour les adultes. M. Gravier a décrit de jeunes Cérianthaires pélagiques, privés de tube,

dont les cloisons ne se groupent point suivant une disposition quadriseptale (*Comptes rendus*, t. XXXV, 1902, p. 591). Ces observations, rapprochées des miennes, dénotent qu'il existe des Cérianthaires non tubicoles, libres au moins pendant une assez longue partie de leur vie, pélagiques ou rampant au fond, dont l'organisation se rapproche plus de celle des larves que les Cérianthaires tubicoles, seuls étudiés jusqu'ici.

» 2° J'ai pu, grâce aux collections du prince de Monaco, examiner la structure de plusieurs Antipathaires, notamment celle de *Stichopathes*, genre dont les polypes ont une épaisse mésoglée. La concordance d'organisation histologique est frappante, au point qu'il est permis de considérer les *Stichopathes* comme offrant, de manière élémentaire, la disposition des *Pachycerianthus*. Cette conclusion, sur laquelle je reviendrai ultérieurement, appuie l'opinion proposée par M. Ed. van Beneden, rapprochant les Antipathaires des Cérianthaires, et créant avec eux l'ordre des *Cériantipathaires*. »

ZOOLOGIE. — *Sur le mécanisme sécrétoire producteur des perles*. Note de M. **Raphaël Dubois**, présentée par M. Alfred Giard.

« Dans une Note très soigneusement documentée ([1]), M. Giard a montré que le rôle sécréteur de l'épithélium qui tapisse la poche motrice de la perle avait été bien mis en relief par divers auteurs, en particulier par W.-A. Herdman, James Hornell, Lyster Jameson.

» Il y a longtemps que cet épithélium a attiré mon attention et, si je n'ai pas publié plus tôt mes observations à ce sujet, c'est que je me proposais de les compléter.

» Dès aujourd'hui, ce que l'on peut dire, c'est que le rôle de la poche motrice n'est pas aussi simple qu'on l'a supposé. L'étude approfondie et comparée des perles de divers Mollusques : *Margaritana, Unio, Anodonta, Pinna, Mytilus, Margaritifera,* que je poursuis depuis longtemps ([2]), tant à l'aide de coupes minces décalcifiées ou non, dont je joins quelques pho-

---

([1]) *L'épithélium sécréteur des perles* (*Société de Biologie,* séance du 29 décembre 1903).

([2]) Voir *Sur la nature et la formation des perles fines naturelles* (*Mémoires et Comptes rendus des séances du Congrès international d'Aquiculture et de pêches.* Paris, 1901).

tographies à cette Note, que par divers autres procédés, ne permet pas de penser que la perle soit le produit d'une *sécrétion unique* analogue à celle de la salive, du sébum, du cérumen, etc. Le travail de la poche sécrétrice est plus compliqué et nécessite manifestement une division du travail que l'on ne saurait attendre d'un seul artisan, qui serait la cellule ectodermique invaginée.

» Si l'on examine avec un grossissement suffisant la surface d'une perle de *Pinna nobilis* ou *squammosa* (perles rouges, brunes ou noires), on observe à sa surface un dessin ressemblant à un dallage formé de très petites surfaces polygonales juxtaposées. Par la décalcification, on reconnaît, ainsi que par les coupes, que ces surfaces sont les bases de petites pyramides dont le sommet touche le noyau de la perle. Les parois de ces pyramides sont formées de conchylioline, matière organique cornée, et leur intérieur est rempli de carbonate de chaux à structure cristalline, ou pseudo-cristalline, prismatique et radiée.

» Par leur assemblage, et après décalcification, ces perles, surtout lorsqu'elles sont en poires, ont l'aspect de certains nids de guêpes.

» Les zones concentriques qui se voient sur les coupes ne correspondent pas à des cloisons perpendiculaires au grand axe des alvéoles, mais seulement à des étranglements qui se sont faits simultanément dans toutes les alvéoles.

Ces perles des *Pinna* sont rouges, grises, olives, brunes, noires et blanches, et toutes ces teintes se retrouvent dans l'intérieur de la coquille; ainsi que Réaumur l'avait fait remarquer, la couleur de la perle contenue dans le manteau est la même que celle de la nacre située dans le point correspondant. L'origine de la nacre et de la perle est donc bien la même, mais le travail de la première est plus grossier que celui de la seconde.

» C'est la couleur du squelette de conchylioline qui donne celle de la perle, car elle persiste après décalcification complète; quant à l'orient, il dépend uniquement de la structure même de la perle.

» Dans les perles blanches, à orient, on voit disparaître la structure alvéolaire qui est remplacée uniquement par de fines couches alternatives de conchylioline et de carbonate de chaux. Mais ce n'est qu'une modification du premier type et non une fabrication fondamentalement différente de la première, car sur certaines coupes de perles (dont une photographie se trouve parmi celles que j'ai jointes à cette Note), on voit des parties où le travail alvéolaire s'est produit pendant quelque temps, en même temps que celui des perles à orient. Il est évident que les dernières ont la même origine que les premières, mais il n'est pas plus admissible pour les unes que pour les autres que l'épithélium ectodermique soit à la fois charpentier et maçon : il y a manifestement une double sécrétion que l'on ne saurait attribuer au même élément anatomique.

» En examinant à plat, et à l'aide de diverses colorations, la face interne de la matrice de perles d'*Unio sinuata* et de *Pinna* j'ai vu entre les cellules épithéliales des méats très régulièrement disposés, limités par les prolongements des cellules les rattachant entre elles et formant un épithélium fenêtré. Ce dernier est supporté par une couche de travées conjonctives formant des mailles dans lesquelles se trouvent de nombreuses cel-

lules migratrices granuleuses. Sur certaines préparations j'ai entrevu le passage de ces éléments que je considère comme calcifères pour des raisons que j'indiquerai autre part; mais pour ce dernier point mes études ont besoin d'être complétées, ce qui se fera prochainement parce que j'ai pu réunir le matériel nécessaire.

» Cependant, de l'ensemble des faits, je crois que l'on peut conclure dès à présent que :

» 1° *La formation de la perle et celle de la nacre ne peuvent être comparées à une sécrétion simple ordinaire;*

» 2° *Le squelette organique et le carbonate de chaux ne peuvent être sécrétés par un même élément;*

» 3° *Les structures, en apparence diverses, des perles s'expliquent facilement par le passage d'éléments migrateurs calcifères au travers d'un épithélium fenêtré sécrétant la conchylioline;*

» 4° *La nacre, quoique d'un travail plus grossier que la perle fine, est produite par le même mécanisme fondamental.* »

MINÉRALOGIE. — *Sur la répartition des éléments chimiques dans la terre et sa relation possible avec leurs poids atomiques.* Note de M. L. De Launay, présentée par M. Michel Lévy.

« Des considérations géologiques que je devrai me contenter d'indiquer ici [1], mais dont j'ai établi les principes dans divers travaux antérieurs, amènent indépendamment de toute théorie chimique, à supposer que la répartition primitive des éléments chimiques dans la terre, au moment de sa fluidité probable, devait être, de haut en bas, la suivante, chacun des éléments considérés étant classé dans le groupe, où il paraît avoir originellement prédominé :

1° Hydrogène	*Atmosphère primitive et protubérances solaires.*
2° Oxygène, azote	*Atmosphère.*
3° Silicium, aluminium, sodium, potassium, magnésium, calcium	*Écorce silicatée;* avec prédominance des trois premiers corps dans les parties hautes, des derniers dans les parties basses.

(1) Les développements paraîtront dans la *Revue générale des Sciences.*

4° Chlore, soufre, phosphore..........	*Minéralisateurs.*
5° Fer, manganèse, nickel, cobalt, chrome, titane, vanadium...........	*Ségrégations basiques.*
6° Cuivre..........................	*Gites filoniens reliés aux ségrégations basiques.*
7° Zinc et plomb; antimoine et argent; mercure, bismuth, tungstène et or; uranium et radium...............	*Gites filoniens.*

» En quelques mots, on peut indiquer, à l'appui de cette liste, dans laquelle j'ai seulement noté les corps principaux de chaque groupe, les faits suivants :

» 1° L'hydrogène, qui, en se combinant avec l'oxygène, a formé l'immense nappe d'eau de nos océans (3000^{m} d'épaisseur moyenne sur toute la surface du globe), devait originairement exister à l'état libre et représenter alors 11 pour 100 en poids de l'atmosphère. La comparaison avec les protubérances solaires et la majorité des étoiles, conforme avec son faible poids spécifique, permet de supposer qu'il devait être de préférence au-dessus de l'atmosphère oxygénée.

» 2° L'oxygène et l'azote sont encore les éléments essentiels de l'air.

» 3° La composition moyenne de l'écorce terrestre accuse d'abord 50 pour 100 d'oxygène, qui représentent l'apport de l'air dans la grande scorification, par laquelle elle a dû se constituer, puis 28 pour 100 de silicium et 8 pour 100 d'aluminium. Dans les roches acides, qui sont les plus légères et les plus hautes, il n'existe, en outre, que des alcalis; quand la basicité augmente un peu, le magnésium apparaît, puis le calcium et le fer, mais la place normale du fer est visiblement plus bas.

» 4° Les éléments volatils, que nous appelons *minéralisateurs,* ont dû se trouver en contact intime avec les éléments précédents, car ils ont puissamment contribué à la cristallisation de toutes les roches acides. En principe, ils paraissent empruntés à une réserve profonde, qui aurait été au-dessous de la scorie silicatée.

» 5° Le groupe des métaux de ségrégation basique est très homogène et très caractérisé; tout conduit à l'envisager comme d'origine profonde par rapport à la scorie silicatée : son oxydation incomplète, sa présence dans des régions puissamment érodées, etc.

» 6° Le cuivre apparaît, tantôt avec le groupe des ségrégations basiques, tantôt avec celui des métaux filoniens proprement dits, et doit donc être placé entre les deux.

» 7° Les métaux filoniens ont certainement une origine première très profonde. A la surface, ils sont en quantité infime et ne constituent pas, à eux tous, un cent-millième de l'écorce terrestre. L'accumulation sur un point unique de quantités énormes d'un métal très rare ailleurs et se prolongeant en profondeur, sur une même fissure verticale, sans limite pratique : par exemple, les 150000^{t} de mercure extraites d'Almaden (représentant à elles seules la moitié de la production mondiale) prouvent qu'il a existé, en dessous de ce point, une source de ce métal hors de proportion avec les traces résiduelles que peuvent en contenir nos roches. Le manque d'oxygène dans les filons métallifères inaltérés, la forte densité de la terre, sont également des arguments.

Sans vouloir préciser leur ordre de superposition interne, on peut, en outre, supposer que les métaux de ce septième groupe ont eu d'autant moins de chances d'arriver à la superficie dans nos filons, qu'ils étaient plus denses et plus dépourvus d'affinités (propriétés corrélatives). C'est dans l'ordre de leur rareté qu'ils ont été énumérés.

» Or, si l'on compare la liste ainsi dressée d'après de simples considérations géologiques avec la série des poids atomiques, on trouve une concordance presque absolue (je supprime, pour abréger, les décimales) :

» 1° Hydrogène (1);

» 2° Azote (14), oxygène (16);

» 3° Sodium (23), magnésium (24), aluminium (27), silicium (28);

» 4° Phosphore (31), soufre (32), chlore (35);

» 5° Titane (40), vanadium (51), chrome (52), manganèse (55), fer (56), nickel et cobalt (59);

» 6° Cuivre (64);

» 7° Zinc (65); argent (108), antimoine (120), tungstène (184), or (197); mercure (200), plomb (207) et bismuth (208); radium (225) et uranium (239).

» *Il semble donc que, dans la fluidité première de notre planète, les éléments chimiques déjà constitués se soient placés à des distances du centre d'autant plus grandes que leur poids atomique était plus faible, comme si les atomes, absolument libres de toute affinité chimique à ces hautes températures, avaient uniquement et individuellement obéi, dans une sphère fluide en rotation, à l'attraction centrale combinée avec la force centrifuge.* »

PÉTROGRAPHIE. — *Sur une nouvelle variété d'orthose.* Note de M. L. **Duparc**, présentée par M. A. Lacroix.

« En étudiant les roches granitiques de Troïtsk (Oural du nord) et leurs contacts, j'ai eu l'occasion d'observer une curieuse variété d'orthose qui me paraît mériter d'être signalée. Cette orthose anomale se rencontre aussi bien dans les types franchement granitiques que dans ceux qui sont granito-porphyriques; dans ces derniers il existe dans la pâte comme aussi parmi les phénocristaux.

» Les cristaux présentent les faces $pa^{\frac{1}{2}}m$ et aussi pa^1m; ils sont aplatis selon g^1 et allongés selon pg^1; la macle de Carlsbad s'y rencontre assez fréquemment. Au microscope on voit qu'ils sont formés par l'association de deux feldspaths différents, d'inégale biréfringence, le plus biréfringent formant de grosses facules irrégulières dans celui qui l'est le moins.

» Sur des sections rigoureusement parallèles à g^1, la variété la moins biréfringente

s'éteint sous des angles qui oscillent entre $+6°$ et $+9°$ (oculaire Calderon) pour n_p, par rapport à pg^1. En lumière convergente on observe *une bissectrice aiguë centrée* n_g.

» Les facules les plus biréfringentes s'éteignent constamment à $+19°$, elles montrent une bissectrice n_g qui est légèrement inclinée sur g^1 et par conséquent décentrée. Ces caractères sont ceux de l'albite. Il y a donc association d'albite avec une orthose anomale, dont l'orientation optique est à peu de chose près celle de l'orthose ordinaire, mais dont *le signe optique est nettement positif*. Il ne peut y avoir aucun doute relativement à ce signe. J'ai en effet examiné un grand nombre de sections g^1, contrôlées au point de vue de leur orientation par la valeur de l'éclairement commun qui se faisait toujours à $+37°$, j'ai toujours constaté les petites oscillations indiquées dans la valeur de l'angle d'extinction; dans tous les cas la bissectrice aiguë était n_g; les hyperboles restaient en effet au bord ou à l'intérieur du champ; les facules d'albite servant de terme de comparaison, il ne peut subsister de doute dans l'interprétation de la figure d'interférence donnée par la bissectrice n_g. Vu l'état des cristaux, il ne m'a pas été possible de mesurer 2V, il est en tout cas relativement petit et probablement légèrement variable; j'ai en outre examiné dans les mêmes conditions un grand nombre de sections g^1 d'orthoses les plus diverses, pour servir de termes de comparaison, et j'ai pu ainsi reconnaître une fois de plus que l'orthose anomale est bien nettement positive.

» J'ajouterai que, antérieurement déjà, j'avais rencontré dans diverses roches acides quelques rares sections d'orthose qui présentaient cette anomalie, je n'y avais pas ajouté d'importance. J'ai depuis lors revu les sections qui renfermaient ces orthoses anomales. Dans la protogine du mont Blanc notamment, j'ai trouvé sur quelques spécimens, rares il est vrai, le même feldspath, s'éteignant à $+9$ sur g^1, avec 2V petit, et bissectrice aiguë positive. Cette orthose spéciale se trouve parfois incluse dans de grandes plages d'orthose normale.

» Je propose le nom d'*isorthose* pour l'orthose anomale du granite de Troïtsk. »

PHYSIOLOGIE. — *Généralisation, par les voies nerveuses, de l'action des rayons N appliqués sur un point de l'organisme.* Note de M. **Augustin Charpentier**, présentée par M. d'Arsonval.

« Si l'on tient avec les doigts ou si l'on pose sur leurs extrémités un petit écran phosphorescent et qu'on lui laisse prendre son équilibre lumineux, l'éclat de cet écran augmente assez légèrement, mais sans aucun doute, si l'on vient à toucher, avec une source mobile de rayons N ou avec l'extrémité d'un fil amenant des radiations conduites, un point quelconque de la main, du bras ou, en général, de la surface du corps.

» L'action est déjà plus forte si la source touche la peau vis-à-vis d'un

nerf se distribuant à la main, surtout si le nerf en question fournit directement des rameaux aux points voisins de l'écran.

» On peut ainsi remonter le long des nerfs là où ils sont accessibles (cubital, médian, etc.), aux plexus, puis à la moelle, et ces parties, soumises à l'excitation des rayons N (à travers la peau chez l'homme), donnent à distance sur l'écran une augmentation de luminosité. Ici l'effet est plus accusé quand on agit sur la moitié de la moelle du même côté que l'écran, jusqu'au niveau du bulbe (partie inférieure de l'occipital), puis en remontant sur le cerveau à partir de cette région, l'effet devient croisé, c'est-à-dire qu'il domine quand on agit du côté opposé (mésocéphale et ganglions profonds).

» En déplaçant la source sur le côté du crâne, on trouve facilement un point limité où l'effet sur l'écran atteint son maximum et s'accumule même pendant un certain temps quand on maintient la source en place. Ce point, repéré autant qu'il est possible, semble bien être au niveau de la portion de la zone rolandique reconnue pour correspondre aux doigts tenant l'écran. On trouve que, si l'écran est sur l'index, le maximum d'excitation est situé plus bas que pour les autres doigts; il est encore abaissé si l'écran est sur le pouce; il remonte au contraire si l'on place l'écran sur le poignet, et encore davantage si on le transporte sur l'épaule. Enfin, pour l'écran placé sur le membre inférieur, la partie du crâne où se produit le minimum d'effet est encore déplacée vers le haut et se rapproche de la ligne médiane.

» Ces données, conformes aux résultats de l'expérimentation et de la clinique, permettent de faire une véritable recherche anatomique des voies nerveuses sur le vivant. Il est à remarquer que la même expérience, faite sur le côté gauche, donne des résultats *symétriques* de ceux obtenus sur le côté droit. Les points du crâne dont l'excitation produit à gauche un effet maximum sont situés contre la zone rolandique *droite*.

» L'excitation de ces points peut se faire, du reste, avec un résultat analogue d'une autre façon, par exemple par l'application de courants faradiques; mais cette application, pour produire une action suffisante sur l'écran, serait assez pénible pour le sujet; il y a tout bénéfice à employer les rayons N, qui ne sont pas sentis et qui, en outre, produisent un effet dynamogénique certain.

» L'expérience peut être variée et l'écran transporté sur une autre partie du corps avec les mêmes conséquences : réaction légère par excitation d'un point quelconque de la surface, réaction plus forte en suivant les voies nerveuses jusqu'aux centres, réaction nette par l'excitation de ceux-ci. Ainsi l'écran placé sur le cœur présente une augmentation d'éclat évidente quand la source de rayons N ou le fil conducteur sont placés sur le cou vis-à-vis du trajet du pneumogastrique et encore mieux vis-à-vis du bulbe à la partie inférieure de l'occipital, ou sur la région cervicale inférieure et dorsale supérieure de la moelle. L'écran au niveau de la vessie permet de délimiter le centre vésico-spinal, etc.

» L'application de rayons N sur des points périphériques du corps provoque inversement un effet visible sur l'écran placé contre les centres nerveux correspondants, mais cet effet est sensiblement moindre que la réaction précédente du centre sur la périphérie. Cela se conçoit si l'effet produit est en rapport, comme tout porte à le croire, avec la *densité* de la répartition de la substance nerveuse au lieu où agissent des rayons d'une intensité donnée.

» Un troisième groupe de faits comprend les cas où la transmission a lieu non plus du centre à la périphérie ou réciproquement, mais d'un point de la surface du corps *au point symétrique du côté opposé* : la réaction à distance de la source sur l'écran est alors particulièrement nette.

» Cette généralisation de l'action des rayons N en suivant les voies nerveuses n'a pas seulement une importance anatomique. En effet, leur action dynamogénique, déjà mise en évidence par certains côtés (accroissement de la sensibilité, excitations motrices sur l'iris), et que j'ai des raisons de croire plus générale, peut se faire sentir d'un point à l'autre de l'organisme en suivant la même loi de transmission.

» Je me contenterai de dire que j'ai observé l'accroissement des diverses sensibilités déjà étudiées (notamment de la sensibilité olfactive et de la sensibilité lumineuse) quand on produit le contact de la source de rayons N non plus avec l'organe sensoriel ou ses centres, mais avec un point éloigné tel que les doigts ou la main. L'action n'est évidemment pas comparable comme intensité avec celle du premier cas, mais elle n'en est pas moins réelle. (Il est bon que le contact soit, quand on le peut, opéré par un aide, pour éviter chez le sujet des contractions musculaires, capables de produire par elles-mêmes un certain effet excito-sensoriel.)

» Quant aux rayons N_1, dont j'ai fait connaître les effets affaiblissants sur la sensibilité, ils sont également susceptibles de produire ces mêmes effets à distance, à l'intensité près. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Insuffisance de développement d'origine toxique (origine intestinale).* Note de MM. **Charrin** et **Le Play.**

« Depuis longtemps nous poursuivons des expériences relatives aux modifications que provoque, au sein de l'organisme, l'introduction par voie sous-cutanée et à doses répétées de produits provenant du tube digestif d'une série de nouveau-nés normaux ou malades [1].

---

(1) Habituellement pris à la sortie (par exception au sein même de l'iléon), le contenu intestinal, dilué dans 3 parties d'eau, a été stérilisé avec soin par de longues et successives tyndallisations à 57° ou 59°. Un chauffage plus élevé, la filtration sur porcelaine ou bougie détériorent, altèrent ou retiennent une foule de corps; d'autre part, les extraits n'entraînent que les éléments solubles dans l'excipient utilisé.

» Ces modifications portent sur nombre de tissus ([1]) : actuellement nous nous bornons à mettre en évidence les insuffisances, arrêts ou tares de développement observés chez de jeunes sujets.

» Toutes nos expériences, qui portent sur dix-huit animaux, fournissent des résultats comparables; nous en résumons deux :

» *Expérience I.* — Le 4 juin 1903, à deux lapins (lapin I, pesant 325^{g}, et lapin II, pesant 315^{g}), on commence à injecter, sous la peau et à doses égales, d'abord 1$^{cm^3}$ des matières intestinales en solution aqueuse. Toutefois, le premier animal reçoit des principes empruntés à des nourrissons chétifs, souffrant de gastro-entérites chroniques; le second, des substances puisées chez des rejetons sains.

» Un lapin III, moins lourd (300^{g}) et appartenant à la même portée que I et II, sert de témoin, autrement dit, vit dans des conditions identiques sans subir aucune injection.

» Le 7 juin, on injecte également à ces deux lapins, I et II, 1$^{cm^3}$; le 10, on introduit 2$^{cm^3}$; le 13, 2$^{cm^3}$,5; le 16, le 19 et le 22, on élève les deux doses à 3$^{cm^3}$; le 29 juin et le 4 juillet, à 3$^{cm^3}$,5; le 7, le 11 et le 14, à 4$^{cm^3}$. Le 17 juillet, le lapin II succombe; le lapin I meurt le 1er août 1903.

» Voici quelques-uns des poids enregistrés. — Le 29 juin, le lapin I pesait 800^{g}, le lapin II, 660^{g}; le témoin, 955^{g}; par jour et dans l'ensemble, le premier avait donc augmenté de 19^{g}, le second de 14^{g} et le troisième de 26^{g}. Par 24 heures, les gains des 18 derniers jours se sont en moyenne réduits, chez le lapin recevant des matériaux provenant de sujets malades, à 10^{g}, chez le lapin soumis à l'action des éléments recueillis auprès des enfants bien portants, à 9^{g}, et chez le témoin, à 19^{g}.

» Les résultats constatés montrent que, chez les deux premiers animaux, l'activité de la croissance, à partir du début des injections, est plus faible que chez le troisième. Si l'on prend ce troisième comme terme de comparaison, cette activité de croissance du lapin I, pendant le mois de juin, oscille entre les $\frac{4}{5}$ et les $\frac{4}{6}$ de celle du lapin III; celle du II, tout d'abord un peu supérieure à $\frac{1}{2}$, vers la fin devient inférieure à cette proportion.

» *Expérience II.* — Le 29 juin 1903, comme dans l'expérience I, on commence à injecter, sous la peau de deux lapins IV et V, de semblables doses de matières intesti-

---

([1]) Tout en admettant des variétés de fréquence ou d'intensité en rapport avec la nature des organes, nous verrons plus tard combien sont multiples les lésions causées par des matériaux inclus dans l'intestin (lésions du foie, des reins, des capsules surrénales, du cœur, du sang, du névraxe; hémorragies; altérations de la peau, des poils, du squelette, des poumons, parfois infections secondaires; tares de la paroi intestinale, peut-être sous une influence cyto-toxique qui paraît déterminer une certaine activité cellulaire).

D'ailleurs, quelques-unes de ces tares (os, Spillmann; sang, Krasnow, etc.) ont déjà été étudiées; mais notre technique donne des résultats spéciaux.

nales provenant, pour le IV, de nouveau-nés atteints de gastro-entérites chroniques; pour le V, d'enfants en bonne santé. Un lapin VI de la même portée sert de témoin.

» Le 29 juin, on fait pénétrer 1^{cm^3} de ces solutions aqueuses; le 4 juillet, $1^{cm^3},5$; le 7, 2^{cm^3}; le 11, le 14 et le 17, 3^{cm^3}; le 25 et le 29, $3^{cm^3},5$; le 4 et le 8 août, 4^{cm^3}; le 13 et le 18, $4^{cm^3},5$. — Dans la nuit de ce 18 août au 19, le lapin V périt; le 24 du même mois, le lapin IV succombe.

» Si, de nouveau, nous comparons les marches de la croissance de chacun de ces animaux, nous reconnaissons que, durant les quatre premières semaines et par 24 heures, le lapin IV (poids initial, 280^g), en moyenne a pris 9^g; le lapin V (qui pesait, au début, 300^g), 8^g; le témoin (210^g le 29 juin), 14^g. Durant les 20 jours suivants, ces augmentations quotidiennes tombent respectivement à 4^g, à 2^g, à 12^g; en d'autres termes, chez l'animal recevant des éléments empruntés à des malades, cette activité de la croissance a fléchi d'un peu plus de $\frac{1}{2}$; chez le lapin V, soumis à l'influence des fèces des rejetons normaux, cet abaissement a atteint les $\frac{3}{4}$, pour n'être que de $\frac{1}{7}$ chez le témoin VI. A la suite de ces injections, il semble que, rapidement, cette progression du poids marche vers zéro : l'insuffisance tend vers l'arrêt du développement, vers le nanisme.

» Les différences de longueur des fémurs atteignent près d'un tiers.

» Ces constatations sont d'autant plus intéressantes que l'un de nous, en soumettant mâles et femelles à l'action prolongée des poisons microbiens (1), a obtenu des petits lapins, dont, parfois et malgré une longue survie, le poids n'a jamais dépassé 950^g. D'un autre côté, si de ces différents faits l'on rapproche nos observations concernant les tares d'évolutions des fils de mères infectées ou intoxiquées, on est amené à proclamer parallèlement le rôle joué, dans la genèse de ces insuffisances de développement (en agissant sur l'ensemble des cellules ou sur un viscère), par des principes nocifs d'origine bactérienne, organique ou intestinale. Remarquons toutefois que si cette propriété n'est pas uniquement réservée aux poisons du tube digestif, la clinique, en enseignant par des exemples analogues la fréquente intervention de ces corps, confère à nos recherches une singulière portée, en même temps théorique et pratique.

» Ajoutons que nos expériences prouvent que, normalement, le contenu intestinal renferme des éléments capables d'enrayer ce développement (2).

---

(1) Charrin et Gley, *Société de Biologie*, 1890-1892.

(2) Dans de vieux foyers infectieux, la concurrence vitale, les influences antago-

Assurément et surtout au cours des processus aigus, dans ce contenu peuvent exister des composés toxiques particuliers; mais, pour une part, et c'est là une notion qui dérive nettement de nos recherches, le mal tient à la diminution ou à la disparition des multiples et complexes défenses que constitue la muqueuse digestive dans son intégrité. »

HYGIÈNE. — *Action de la formaldéhyde sur le lait.* Note de M. A. TRILLAT, présentée par M. Schlœsing fils.

« D'après les conclusions d'un travail récemment paru ([1]), l'emploi de la formaldéhyde dans le lait pourrait présenter de l'intérêt dans l'alimentation du premier âge afin d'éviter les causes de contamination. L'auteur suppose, sans en faire du reste la preuve évidente, qu'un pareil lait pourrait même présenter un plus grand caractère de digestibilité.

» Les expériences dont je donne ici le résumé tendent au contraire à faire rejeter l'adoption d'un semblable traitement pour les deux raisons suivantes : 1° la caséine du lait est rendue inassimilable en proportions plus ou moins grandes; 2° on retrouve toujours la formaldéhyde dans le lait tant que celui-ci n'est pas altéré. Ces deux inconvénients ne doivent pas être confondus, ils se superposent comme on le verra.

» I. J'ai déjà démontré en 1892 l'action paralysante de la formaldéhyde sur le ferment lactique et butyrique ainsi que l'action extraordinairement conservatrice excercée sur le lait ([2]). L'action du formol sur la caséine a été étudié de deux façons : (*a*), en examinant les coagulums obtenus par l'emprésurage de laits formolés à doses diverses; (*b*), en soumettant à l'action de la formaldéhyde des coagulums provenant de laits non formolés et en les examinant ensuite.

---

nistes, etc., sont susceptibles d'amoindrir la toxicité des produits; d'autre part, au travers d'une paroi lésée les poisons filtrent plus aisément.

Pour ces motifs, on comprend qu'à l'émission les fèces des nouveau-nés sains soient plus nuisibles que celles des rejetons malades. Toutefois, puisées dans la cavité même de l'iléon infecté, ces matières, chez l'animal et en injections intra-veineuses, ne sont pas toujours beaucoup plus offensives que dans les conditions normales.

([1]) VON BEHRING, *Therapie der Gegenwart*. Berlin, 1904.

([2]) *Comptes rendus*, 1er mai et 1er août 1892. *Bulletin de l'Association des chimistes de sucrerie*, juillet 1895. Voir aussi : BÉCHAMP et TRILLAT, *Bulletin de la Société chimique de Paris*, 1892, p. 466.

» Dans les essais de la série (*a*), les échantillons de lait ont reçu des doses de formaldéhyde variant de $\frac{1}{5000}$ à $\frac{1}{20000}$. Après 24 heures de contact, on les a additionnés de présure, les coagulums formés ont été pesés puis débarrassés de leur matière grasse et finalement soumis à la digestion pepsique, comparativement à des témoins. Dans les essais de la série (*b*), on a réparti dans les solutions aqueuses de formaldéhyde variant de $\frac{1}{5000}$ à $\frac{1}{20000}$ des poids égaux de caséine fraîchement précipitée. Après 24 heures de contact, les échantillons de caséine étaient examinés comparativement à des témoins.

» *Résultats.* — 1° La présence de la formaldéhyde n'a pas empêché l'action de la présure de se produire, elle a été seulement légèrement ralentie aux doses employées; 2° le poids des coagulums a été le même partout; 3° soumis à la digestion pepsique, les laits formolés ont laissé des résidus dont le poids a toujours dépassé celui des laits témoins de 5 à 6 pour 100, sans que j'aie pu établir de proportionnalités avec les doses de formaldéhyde; 4° le poids de ces résidus s'est élevé de 10 à 30 pour 100 lorsque la caséine a été mise directement en contact avec les solutions aqueuses de formaldéhyde. Cette différence peut être attribuée à l'obstacle que peut opposer la matière grasse dans les essais de la série (*a*).

» Une expérience aussi simple que démonstrative consiste à placer sous une cloche de la caséine desséchée à basse température et un récipient contenant un peu de formaldéhyde. En faisant des prélèvements toutes les 2 heures, on constate que la solubilité de la caséine dans les liquides alcalins diminue rapidement; qu'après 12 heures de contact, son insolubilité est complète et qu'elle est devenue inattaquable par la pepsine, quoique son poids n'ait sensiblement pas varié.

» Si l'on examine les propriétés d'une caséine ayant ainsi subi le contact de la formaldéhyde, on trouve qu'elle est insoluble aussi bien dans les liqueurs acides que dans les liqueurs alcalines, même à fortes concentrations; elle est du reste inattaquable par la plupart des agents chimiques ou physiques : les traitements que je lui ai fait subir en vue de régénérer la caséine primitive et le résidu méthylénique ([1]) ont échoué.

» II. J'ai trouvé que lorsqu'on additionnait un lait de formaldéhyde aux doses actives de $\frac{1}{5000}$ ou de $\frac{1}{10000}$, on retrouvait la presque totalité de ces doses jusqu'au moment où le lait commençait à s'altérer. L'antiseptique n'est donc pas fixé à la matière albuminoïde ou plutôt il en faut seulement des traces pour que celle-ci subisse une transformation, comme le prouve l'exemple sous la cloche. Il en résulte que l'absorption d'un lait con-

([1]) Voir les expériences et théories publiées à ce sujet dans la brochure *La Formaldéhyde,* 1895-1896. Carré et Naud, éditeurs, Paris.

servé au formol est pour ainsi dire synonyme de l'absorption de presque toute la dose de ce produit. Dès lors surgit un nouvel argument en défaveur de la méthode : c'est celui tiré de l'action exercée par l'aldéhyde formique sur la muqueuse, action d'ordre différent mais aussi énergique que dans le cas de la caséine. J'ai signalé des expériences qui ne peuvent laisser aucun doute à cet égard : les tissus absorbent l'aldéhyde formique aussi bien dans ses solutions très étendues (*Comptes rendus*, 1er mai 1892) qu'à l'état de vapeurs (*Comptes rendus*, 1er août 1892). On est donc en droit de se demander quelle pourra être la répercussion, aussi bien dans les actes de la digestion que sur l'activité de la muqueuse gastrique, de l'emploi journalier de laits formolés. D'autres considérations pourraient être invoquées : les deux que j'ai fait valoir suffisent, je le pense du moins, pour établir que l'usage du formol peut présenter des dangers, surtout dans l'alimentation des nourrissons, dont l'estomac serait constamment imprégné de cet antiseptique, et qu'il doit être prohibé, comme les autres antiseptiques, tant que des expériences démonstratives n'auront pas établi son innocuité. »

M. Émilien Grimal adresse une Note « Sur l'essence d'*Artemisia herba alba* d'Algérie ». (Extrait.)

« Par distillation aqueuse de l'herbe fraîche et non fleurie de l'*Artemisia herba alba* Asso (Composées), plante très commune en Algérie, où elle jouit parmi les populations indigènes d'un grand renom médical, j'ai obtenu, avec un rendement de 0,30 pour 100, une essence jaune verdâtre, de saveur camphrée, et d'odeur aromatique très agréable. . . . .

» Cette essence contient du camphène gauche, de l'eucalyptol, du camphre gauche, des acides caprylique et caprique combinés à un alcool terpénique non identifié. »

M. Balland adresse une Note « Sur le blé et l'orge de Madagascar ».

A 4 heures et demie l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 15 février 1904.

Baltimore lectures on molecular dynamics and the wave theory of light, founded on Mr A.-S. Hathaway's stenographic report of twenty lectures delivered in Johns Hopkins University, Baltimore, in october 1884, followed by twelve appendices on allied subjects, by Lord Kelvin. Londres, C.-J. Clay et fils, 1904; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Mesure de l'activité physiologique des reins par le dosage de l'urée dans le sang et dans l'urine, par M. Nestor Gréhant. Paris, Masson et Cie, 1904; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Revue générale de Botanique, dirigée par M. Gaston Bonnier, Membre de l'Institut; n° **181**, 15 janvier 1904. Paris, Librairie générale de l'Enseignement; 1 fasc. in-8°.

Annales de l'Observatoire astronomique, magnétique et météorologique de Toulouse; t. V, renfermant une partie des travaux exécutés jusqu'en 1900 sous la direction de M. B. Baillaud, Directeur de l'Observatoire. Correspondant de l'Institut. Paris, Gauthier-Villars; Toulouse, Édouard Privat, 1902; 1 vol. in-4°.

M. B. Baillaud adresse en outre les quatre Opuscules suivants, dont il est l'auteur:

Comparaison des Catalogues méridiens de Toulouse et de Leipzig. — Application du photomètre à coin à la détermination des grandeurs photographiques des Pléiades. — Climat de Toulouse. — Application de la méthode de MM. P. et Pr. Henry à la réduction des clichés photographiques du Catalogue international à l'Observatoire de Toulouse. 4 fasc. in-8°.

Revue de Mécanique, publiée sous la direction de M. Haton de la Goupillière, Membre de l'Institut; t. XIV, n° **1**, 31 janvier 1904. Paris, Vve Ch. Dunod; 1 fasc. in-4°.

La Revue électrique, publiée sous la direction de M. J. Blondin; 1re année, t. I, n° **1**, 15 janvier 1904. Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. in-4°.

Bulletin de la Commission météorologique de la Haute-Garonne; t. I, 1er fasc. 1901, 2e fasc. 1902. Toulouse, Édouard Privat, 1903; 1 fasc. in-4°.

Bulletin de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale, publié sous la direction de M. E. Collignon; 103e année, t. CVI, n° **1**, 31 janvier 1904. Paris, au siège de la Société; 1 fasc. in-4°.

Mémoires publiés par la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale; année 1904, n° **1** : *Monographie agricole du Pas-de-Calais*, par M. Tribondeau. Paris, au siège de la Société; 1 fasc. in-4°.

Revue de Métallurgie, publiée avec le concours de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale. Directeur : Henry Le Chatelier. N° **1**, janvier 1904; 1re Partie : *Mémoires*. Paris, Vve Ch. Dunod; 1 fasc. in-4°.

Mémoires de la Société nationale des Sciences naturelles et mathématiques de

Cherbourg, publiés sous la direction de M. L. Corbière, t. XXXIII, 2e fasc. Paris, J.-B. Baillière; Cherbourg, imp. E. Le Maout, 1903; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société des Amis des Sciences naturelles de Rouen; 4e série, 38e année, 1er semestre 1902. Rouen, imp. Julien Lecerf, 1903; 1 vol. in-8°.

Assemblée générale des Actionnaires de la Banque de France du 28 janvier 1904, *sous la présidence de* M. Georges Pallain, *Gouverneur. Compte rendu au nom du Conseil général de la Banque et Rapport de MM. les Censeurs.* Paris, imp. Paul Dupont, 1904; 1 fasc. in-4°.

The colour-physiology of higher Crustacea, by Frederick Keebele and F.-W. Gamble. (*Philosoph. Trans.,* B, vol. CXCVI, 1904, p. 295-388.) Londres, Dulau et Cie, 1904; 1 fasc. in-4°.

Faune entomologique de l'Afrique tropicale. Longicornes, par Aug. Lameere : I. *Prioninæ.* (*Annales du Musée du Congo : Zoologie;* série III.) Bruxelles, Spineux et Cie, 1903; 1 fasc. in-f°.

Die Erde ein Electromagnet, oder das Gesetz des schroffen Ueberganges, von Marian Lukowski. Dortmund, 1904; 1 fasc. in-8°.

Bulletin of the geographical Society of Philadelphia; vol. VI, n° 1 : *Field work of the Peary Arctic Club,* 1898-1902, by R.-E. Peary. Philadelphie, 1904; 1 fasc. in-8°.

Geographical Society of Philadelphia : Charter, by-laws, list of members, december 1903. Philadelphie; 1 fasc. in-8°.

Annalen der schweizerischen meteorologischen Central-Anstalt, 38; Jahrgang, 1901. Zurich; 1 vol. in-4°.

Analele Institutului meteorologic al Romaniei, pub. de Stefan-C. Hepites si I.-St. Murat; t. XVI, anul 1900. Paris, Gauthier-Villars; Bukarest, F. Göbl fils, 1903; 1 vol. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 7 mars 1904.)

Note de MM. *J. Lemoine* et *L. Chapeau,* Différents régimes de l'étincelle fractionnée par soufflage :

Page 624, les numéros des figures 2 et 4 ont été intervertis.